

LA BARQUITA Santo Domingo

INFORME REGIONAL

RE130605RD

leaprr 
urban lab



COMISIÓN PARA LA READECUACIÓN DE LA BARQUITA
Dec. No. 16-13

Presidente
MONTALVO Gustavo

Director
GONZÁLEZ José Miguel

LEAPFROG
COLANINNO Nicola
MARAMBIO Alejandro
ROMANO Yraida

COLABORADOR
GARCÍA Quim

Leapfrog Urban Lab es una red de investigadores multidisciplinar, centrados en la transferencia de conocimiento al sector público/privado, a través de servicios basados en teledetección (Remote Sensing, RS) y sistemas de información geográfica (GIS). Cuyo principal objetivo es convertir la compleja cantidad de datos que genera el territorio, en información fiable, actualizada y precisa, para su manejo y gestión, tanto a escala Regional como a escala local.

La motivación esencial del trabajo, surge a raíz de que la gran mayoría de empresas, instituciones (públicas y privadas), ayuntamientos (medianos y pequeños), a menudo, no disponen de información cartográfica fiable y actualizada que les permita una gestión y planificación territorial viable. Esta información es necesaria para poder realizar estudios y análisis, para la mejor toma de decisiones en el desarrollo de estrategias de aprovechamiento del suelo y de los recursos naturales. La falta de ella conlleva, de hecho, a serios problemas y discrepancias en los instrumentos de ordenamiento territorial y el efectivo desarrollo urbano.

La información base debe ser inteligible y enfocada para poderse analizar en una gran variedad de temáticas, que a su vez se puedan cruzar para obtener aún mejores resultados y mayores beneficios. De igual manera, debe tener una clara aplicabilidad, por lo tanto, su estructura, formato o características tienen que ser útiles para poder ser aprovechados de la mejor manera en los análisis o procesos posteriores.

Portada: La Barquita vista aérea. Ver ANEXO para APP de Realidad Aumentada

INDICE

INTRODUCCIÓN	6
METODOLOGÍA	7-8
I. INFORMACION BASE	9-24
Modelo Digital de Terreno	
División Administrativa	
Población	
Red de Carreteras	
II. INVENTARIO	25-48
Imagen Satelital 1986	
Imagen Satelital 2010	
Inventario 1986	
Inventario 2010	
Cambios	
III. SISTEMAS	49-100
Hídrico	
Natural / Forestal	
Agrícola	
Urbano	
RECOMENDACIONES Y ENTREGA DIGITAL	103-108
ANEXO	109

PRÓLOGO

Este informe se desarrolla a partir del soporte del Ministerio de la Presidencia de la República Dominicana, a través de la comisión para la Readecuación de La Barquita, a fin de generar herramientas de información y análisis fiables sobre la situación actual de los sistemas que conforman la estructura del territorio metropolitano y su relación con el área de actuación del proyecto.

El Gran Santo Domingo, se consume a sí mismo, el sector La Barquita, como uno de los puntos de mayor vulnerabilidad, dentro de la Cuenca Ozama y el área metropolitana, es un ejemplo de las tensiones y desequilibrios derivados de la densidad poblacional y los verdes urbanos no planificados. No es posible ignorar el cómo, cuánto y sobre qué ha crecido y crece la ciudad de Santo Domingo. La tasa de crecimiento, el déficit de vivienda, no solo de área bruta, sino de las dotaciones, servicios e infraestructuras que implica la producción de las mismas, somete a una presión importante a la infraestructura verde sobre la que se sostiene: las pérdidas de suelos agrícolas y forestales, la escasa disponibilidad de suelo urbanizable y alto grado de contaminación de sus cuerpos de agua.

Los resultados aquí presentados demuestran lo apremiante de disponer de herramientas y base de datos sobre la cobertura del suelo, a escala nacional y Regional, haciendo visible, mapeable, medible y accesible a niveles complejos de análisis e información territorial. Todo esto imprescindible para la toma de definiciones efectiva respecto a modalidad de consumo, reservas y producción de suelo sostenible, ordenamiento y políticas urbanas, que puedan garantizar las necesidades de la población y el equilibrio de sus sistemas. Parfraseando a LEAPFROG las ciudades son sistemas dependientes de los servicios básicos provistos por la naturaleza y la biodiversidad.

Patricia CUEVAS,
Coord. General
UNIDAD EJECUTIVA PARA LA READECUACION DE LA BARQUITA Y ENTORNOS

En los últimos años la Región Metropolitana ha estado sometida a una serie de cambios espaciales asociados a su marcado crecimiento urbanístico, este dinamismo revela la necesidad de disponer información actualizada, cuantitativa y geo referenciada que permita afrontar una ordenación del territorio basada en criterios de sostenibilidad. Sin embargo este es uno de los principales obstáculos con que nos encontramos en la República Dominicana a la hora de realizar estudios sobre el territorio, a la fecha hay cierta dificultad en disponer de información completa y actualizada sobre el estado y la evolución de las superficies del suelo. Esto también conlleva a que los análisis no se puedan realizar considerando el funcionamiento del territorio en su conjunto, sino más bien en ámbitos puntuales según emergen las necesidades y problemáticas.

Motivo por el cual este estudio se fundamenta en la utilización de técnicas de teledetección para realizar un inventario de las coberturas del suelo de la Región para los años 1986 y 2010, mediante la clasificación automática de imágenes satelitales, dividida para un análisis a detalle en cuatro sistemas: hídrico, forestal/natural, agrícola y urbano. Consiguiendo con esto identificar, calcular y evaluar los cambios ocurridos en las superficies del territorio en los últimos 24 años. A continuación se realizaron a través de sistemas de información geográfica los indicadores de paisaje oportunos para cada sistema, lo que permitió obtener información estructural de toda la región para completar un análisis objetivo sobre los modelos de crecimiento y el consumo de suelo de la zona.

Todo esto ha permitido vincular el barrio de la Barquita a todo su contexto, ofreciendo información actualizada, precisa y fiable que sirve de base para el desarrollo o fortalecimiento de un planeamiento de carácter territorial.

Yraida ROMANO,
Mtra. Arquitecta, Medio Ambiente y Sostenibilidad
LEAPFROG URBAN LAB





Región Ozama o Metropolitana

0 25 50 100 Kilometers

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la gran mayoría de ciudades en países en desarrollo han sufrido grandes cambios en la estructura del uso del suelo, provocados fundamentalmente por la acelerada industrialización y la expansión de la urbanización en baja densidad, produciendo graves problemas en la gestión de los procesos de planeamiento. Por otro lado, la falta de datos (incompletos o desactualizados), y de herramientas que simplifiquen y tengan la capacidad de seguir el ritmo del crecimiento efectivo de ámbitos territoriales tan dinámicos, limita de forma significativa la efectividad del planeamiento.

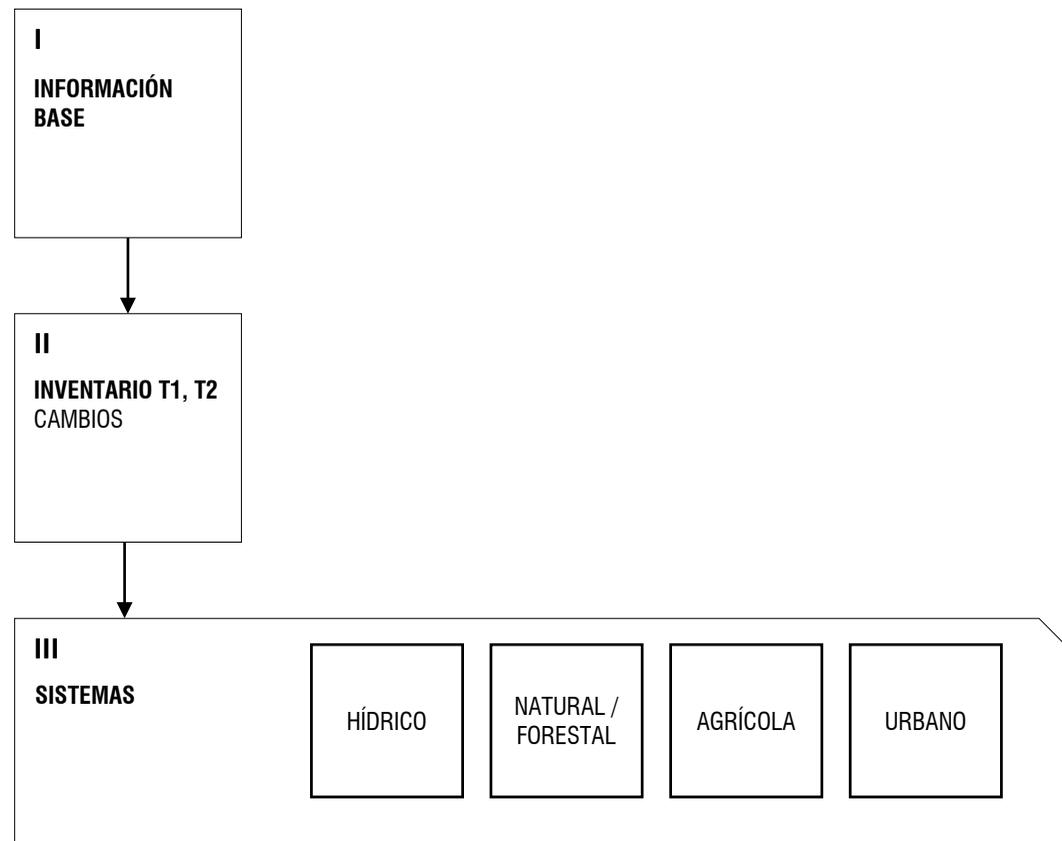
Por esta razón, el seguimiento continuo de los cambios en el tiempo de los fenómenos de transformación territorial, implica una observación y medición multi-temporal, la cual solo puede seguirse con la integración de nuevas herramientas como la teledetección para su identificación y los sistemas de información geográfica (GIS) para su análisis. A partir de imágenes satelitales es posible, hoy en día, cubrir periodos de 10 a 20 años de diferencia para cualquier región del mundo, y a través de técnicas de teledetección obtener una clasificación de las cubiertas de suelo. Con esta información y su análisis en GIS es posible cuantificar las distintas categorías de cubiertas de suelo, actuales e históricas, y de ahí planificar soluciones para distintos problemas: enfrentarse a desarrollos desordenados, delimitar zonas de riesgo, detectar zonas de crecimiento urbano potencial, medir los cambios en el consumo de suelo, minimizar el deterioro de la calidad ambiental, evitar la pérdida de tierras agrícolas, la destrucción de humedales, o las pérdida de hábitats naturales y forestales, etc.

Este informe explora las características, en el tiempo y en el espacio, de los cambios de suelo que ocurren entre dos periodos detectados a través de técnicas de clasificación automática en base a imágenes multi-espectrales y analiza en los principales sistemas del territorio: hídrico, forestal, urbano y agrícola, los indicadores más significativos para la comprensión de cada uno de ellos. Por consiguiente, se ofrece un análisis del territorio en todo su conjunto, acompañado de una información digital fiable, clara y actualizada del área de estudio, que sirva como herramienta de base para los distintos agentes que intervienen en los procesos de tomas de decisiones territoriales.

METODOLOGÍA

El informe se desarrolla en tres fases. La primera revisa la información básica; el modelo digital del terreno, los límites administrativos, la estructura de la población y las redes de carreteras. En una segunda fase se elige la diferencia temporal entre el periodo en curso y uno anterior para realizar el inventario de las cubiertas del suelo con teledetección (10, 20 o 30 años), donde se cuantifican los cambios. Por último, se realiza un análisis de cada sistema de forma individual en GIS según indicadores relevantes para cada categoría, entendiéndose como sistema el conjunto de elementos básicos paisajísticos que encontramos en un territorio. Que si bien se analizan de forma individual, no se entienden si no se relacionan de forma global con el resto de los sistemas.

La metodología se desarrolla según el siguiente esquema:



I. INFORMACIÓN BASE

Para cumplir los alcances del informe y conocer la configuración de los aspectos básicos de la estructura territorial se debe disponer mínimamente de los siguientes datos:

- 1.1 MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)
- 1.2 DIVISIÓN ADMINISTRATIVA
- 1.3 POBLACIÓN
- 1.4 RED DE CARRETERAS

II. INVENTARIO DE COBERTURAS DE SUELO

La principal aportación de este informe se basa en la clasificación automática de las coberturas de suelo en 24 categorías en dos periodos de tiempo para la obtención del inventario detallado de cuatro sistemas y sus cambios. El proceso permite tener una clasificación del año más próximo, lo que posibilita que los resultados reflejen de forma fidedigna y precisa la situación actual. Esta clasificación se divide en dos niveles, el primero refleja el estado de los elementos básicos paisajísticos que encontramos en el territorio, y el segundo nivel detalla las características específicas de cada uno de los sistemas dependiendo de las características físicas de las cubiertas de suelo.

El proceso para la realización del inventario es el siguiente:

2.1 IMAGEN SATELITAL	1986	
2.2 IMAGEN SATELITAL	2010	
2.3 CLASIFICACION T1	1986	1er nivel
2.4 CLASIFICACIÓN T2	2010	1er nivel
2.5 CLASIFICACION T1	1986	2ndo nivel
2.6 CLASIFICACIÓN T2	2010	2ndo nivel

III. SISTEMAS

A partir de las clasificaciones de primer nivel, se transforman las imágenes ráster a polígonos para su análisis en GIS. Se proponen 4 sistemas de estudio en detalle: Sistema Hídrico y Sistema Forestal (Sistemas Naturales) y Sistema Agrícola y Sistema Urbano (Sistemas Artificiales). A cada sistema se le aplica un conjunto de indicadores válidos para su mejor interpretación y representación.

- 3.1 HÍDRICO
- 3.2 NATURAL / FORESTAL
- 3.3 AGRÍCOLA
- 3.4 URBANO

I.

Información Base

Para cumplir los alcances del informe y conocer la configuración de los aspectos básicos de la estructura territorial se debe disponer mínimamente de los siguientes datos:

1.1 MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT)

Este modelo nos permite tener una representación tridimensional de una porción del espacio geográfico que representa los valores digitalizados altimétricos en la forma de una matriz de píxeles o puntos. Con esta información es posible evaluar y gestionar los riesgos naturales como inundaciones o zonas vulnerables a la erosión, el cálculo de las pendientes puede asociarse con coeficientes de permeabilidad para indicar la ubicación de las corrientes de agua y recogida en caso de inundaciones, y/o se puede trabajar como un elemento geográfico para explicar la ubicación de una estructura urbana y su crecimiento.

1.2 DIVISIÓN ADMINISTRATIVA

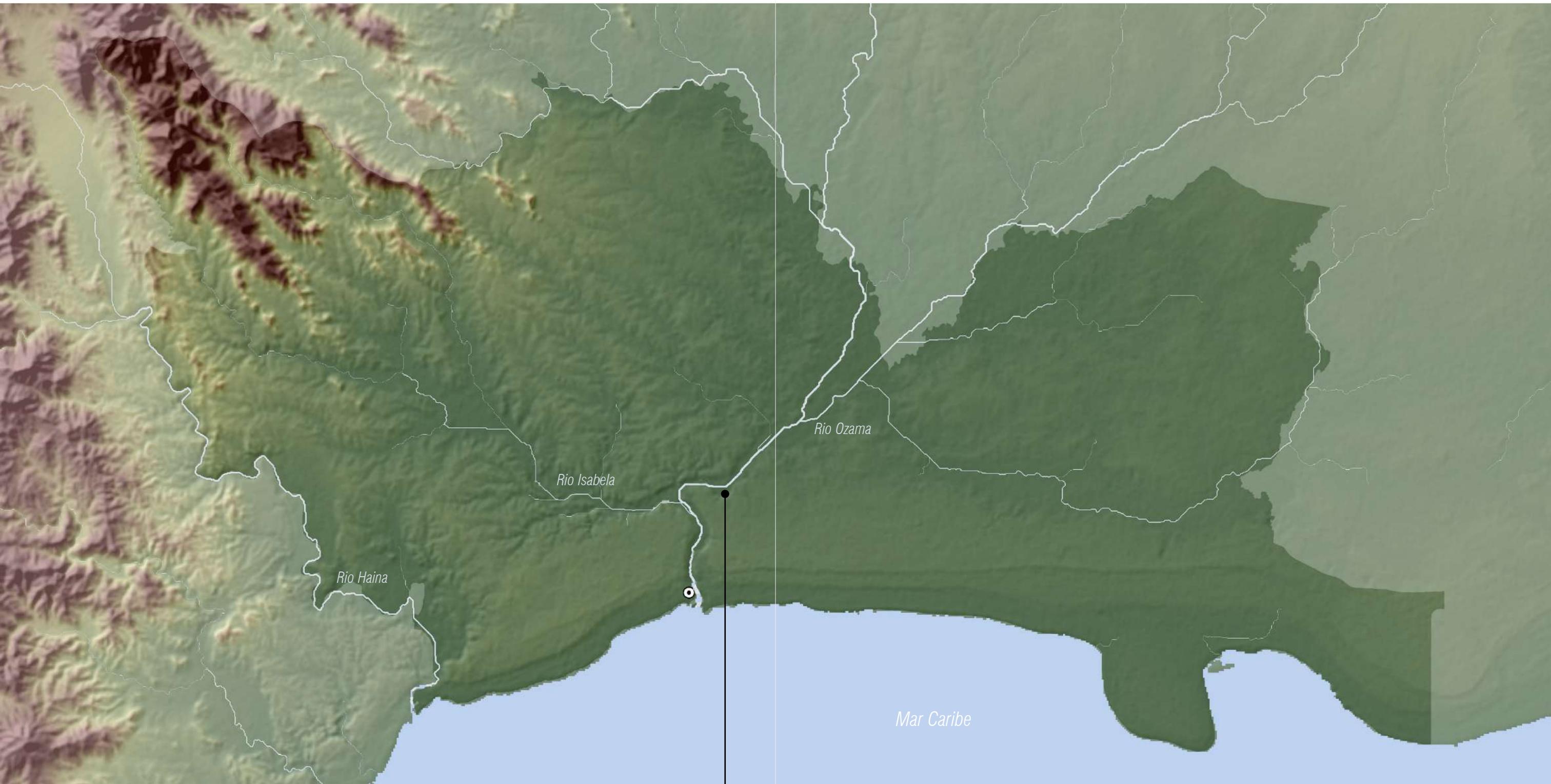
La necesidad de segmentar servicios y datos, obliga a que se definan diferentes niveles de administración. Cada país presenta generalmente cinco niveles que corresponden; al país, la región, la provincia, el municipio y sus barrios. Conocer estos límites permite segmentar la información que se genera para vincularse con otras bases de datos o normativas existentes.

1.3 POBLACIÓN

Gracias a estas divisiones administrativas es posible vincular datos de población al territorio y de esta forma valorar a la misma en términos de problemas, aspiraciones, y oportunidades en aspectos como la capacidad de desarrollar actividades de producción, consumición de bienes y servicios, relaciones sociales y nivel de participación.

1.4 RED DE CARRETERAS

El desarrollo territorial de una población siempre ha seguido las principales vías de comunicación uniendo ciudades, pueblos y barrios y es a través de ellas que se tiene que canalizar el flujo de personas y mercancías. La exposición de un mapa territorial actualizado de red de carreteras es indispensable para reflexionar sobre cómo mejorar estos flujos y para decidir como se canalizará el crecimiento o desarrollo de la población en el futuro de forma ordenada y sostenible.



Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

La Barquita

MODELO DIGITAL DE TERRENO

Un modelo digital de elevaciones es una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno. Un terreno real puede describirse de forma genérica como una función bivariable continua $z = \zeta(x, y)$ donde z representa la altitud del terreno en el punto de coordenadas (x, y) y ζ es una función que relaciona la variable con su localización geográfica. En un modelo digital de elevaciones se aplica la función anterior sobre un dominio espacial concreto, D . En consecuencia, un MDT puede describirse genéricamente como $MDT = (D, \zeta)$. En la práctica, la función no es continua sino que se resuelve a intervalos discretos, por lo que el MDT está compuesto por un conjunto finito y explícito de elementos. Los valores de x e y suelen corresponder con las abscisas y ordenadas de un sistema de coordenadas plano, habitualmente un sistema de proyección cartográfica. La generalización inherente a la discretización del modelo implica una pérdida de información que incrementa el error del MDT y, en consecuencia, se propaga a los modelos derivados.

Un MDT presenta las siguientes características:

- Un terreno real puede describirse de forma genérica como una función de dos variables continua, pero en la práctica la función no es continua sin que se resuelve a intervalos discretos. Esta generalización implica una pérdida de información, de modo que en lugar de ser un modelo de información continua sobre la superficie, puede ser considerado un conjunto s de medidas discretas de elevación.
- La fidelidad con la que un MDT modeliza la verdadera superficie depende de la rugosidad de la superficie misma y de la resolución del modelo. Cualquier MDT representa numéricamente la superficie topográfica a una cierta escala, que depende de una resolución espacial determinada.
- Un MDT no es considerado un modelo en tres dimensiones. Aunque las superficies interpoladas muestran variación a lo largo de los tres ejes, no suelen ser consideradas como representaciones 3D. El término tridimensional es usual y apropiadamente reservado para situaciones en las que al atributo varía continuamente a través de un marco de tres dimensiones espaciales de referencia. Se considera que los MDTs poseen dos dimensiones topológicas y media, porque poseen un único valor z por cada coordenada x, y .

MODELO SRTM v4

A través de la misión topográfica de radar a bordo del transbordador (acrónimo en inglés SRTM, de Shuttle Radar Topography Mission) se obtuvo un modelo digital de elevación de la zona del globo terráqueo entre 56°S a 60°N , de modo que se generó una completa base de cartas topográficas digitales de alta resolución de la Tierra.

El SRTM consiste en un sistema de radar especialmente modificado que voló a bordo del transbordador espacial Endeavour durante los 11 días de la misión STS-99 de febrero de 2000. Para adquirir los datos de elevación topográfica estereoscópica, la SRTM llevaba dos reflectores de antenas de radar. Cada reflector-antena estaba separado por 60 metros gracias a un mástil que extendía la anchura del transbordador en el espacio. La técnica empleada conjuga programas interferométricos con radares SAR con anchos "sintéticos" en sus antenas reflectoras.

Los modelos de elevación se arreglan en píxeles de 1° de latitud por 1° de longitud, nombrados de acuerdo a sus esquinas sudoestes. Entonces "n45e006" = $45^{\circ}00'\text{N}$ $6^{\circ}00'\text{E}$ a $46^{\circ}00'\text{N}$ $7^{\circ}00'\text{E}$ "s45w006" = $45^{\circ}00'\text{S}$ $6^{\circ}00'\text{O}$ a $44^{\circ}00'\text{S}$ $5^{\circ}00'\text{O}$. La resolución de las celdas de los datos fuente es de 1 segundo de arco, sobre Estados Unidos y en el resto del mundo, 3 segundos de arco. Cada parte de tres segundos de arco tienen 1201 filas, y cada fila consiste en 1201 celdas de 16 bits bigendiano.

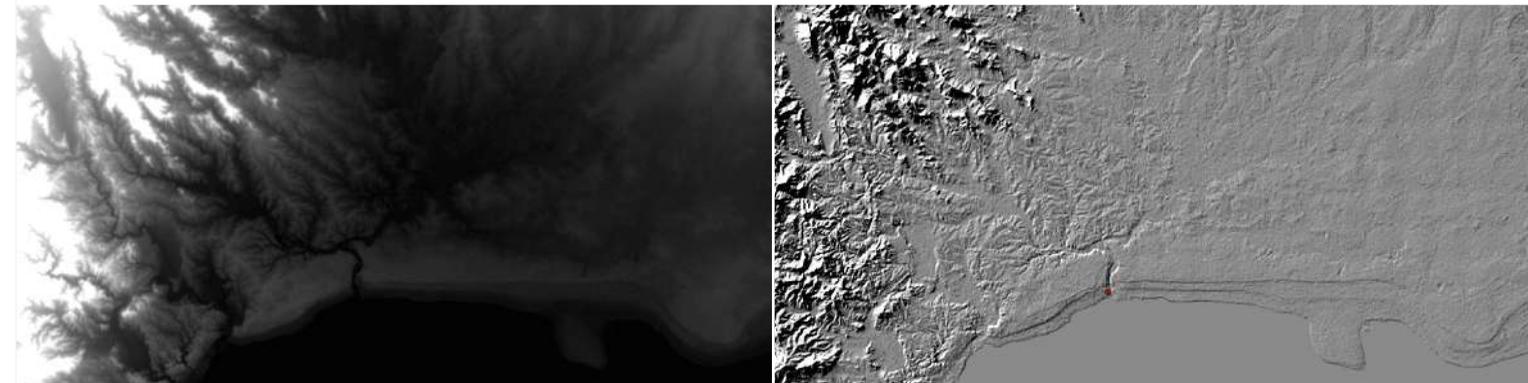
La Misión Topográfica Shuttle Radar es un proyecto internacional entre la Agencia Nacional de Inteligencia-Geoespacial, NGA, y la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, NASA.

ANÁLISIS

A partir de una superficie de elevación ráster como entrada, se puede obtener información mediante la producción de un nuevo conjunto de datos que identifica un patrón específico dentro de un conjunto de datos original. Se puede derivar patrones que no eran evidentes en la superficie original, tales como curvas de nivel, ángulos de inclinación, orientación de las pendientes (*aspect*), relieve sombreado (*hillshade*) y Cuencas visuales.

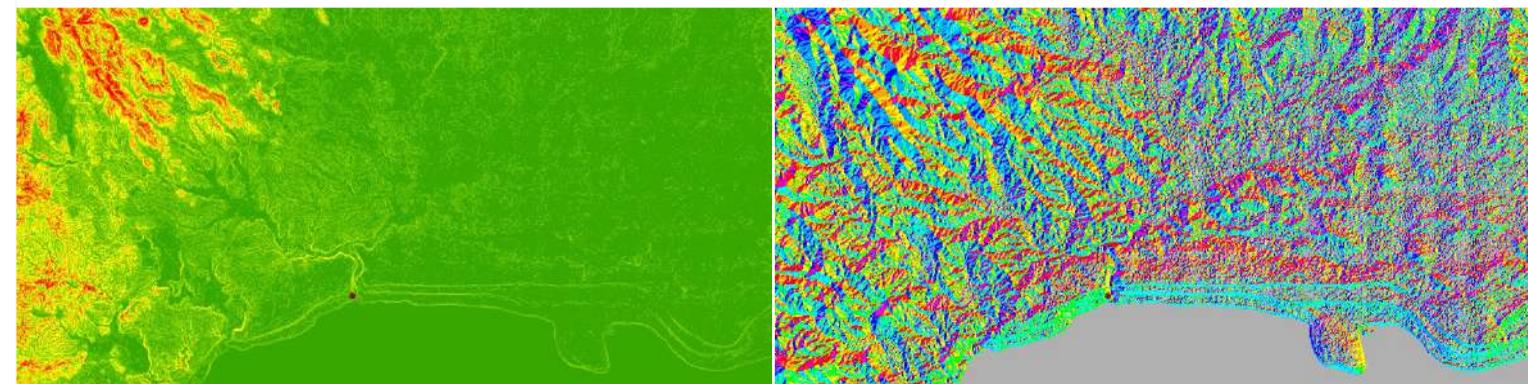
Cada herramienta de superficie proporciona la penetración en una superficie que se puede utilizar como un fin en sí mismo o como entrada en un análisis adicional. A través de diversos análisis de superficie, se puede cuantificar y visualizar diversas formas de relieve del terreno. Se resaltan tres análisis básicos:

- Sombreado: Crea un relieve sombreado de una imagen de superficie, considerando el ángulo de la fuente de iluminación y sombras.
- Pendientes: Identifica la pendiente (grados, o tasa de cambio máximo del valor z) de cada celda de una superficie ráster.
- Orientación de las pendientes: Deriva el asoleamiento a una orientación de una superficie ráster. El aspecto identifica la dirección de la pendiente descendente del porcentaje máximo de variación del valor de cada celda a sus vecinos.



MODELO DIGITAL DE TERRENO

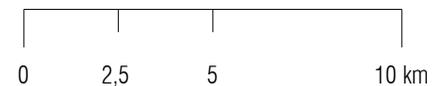
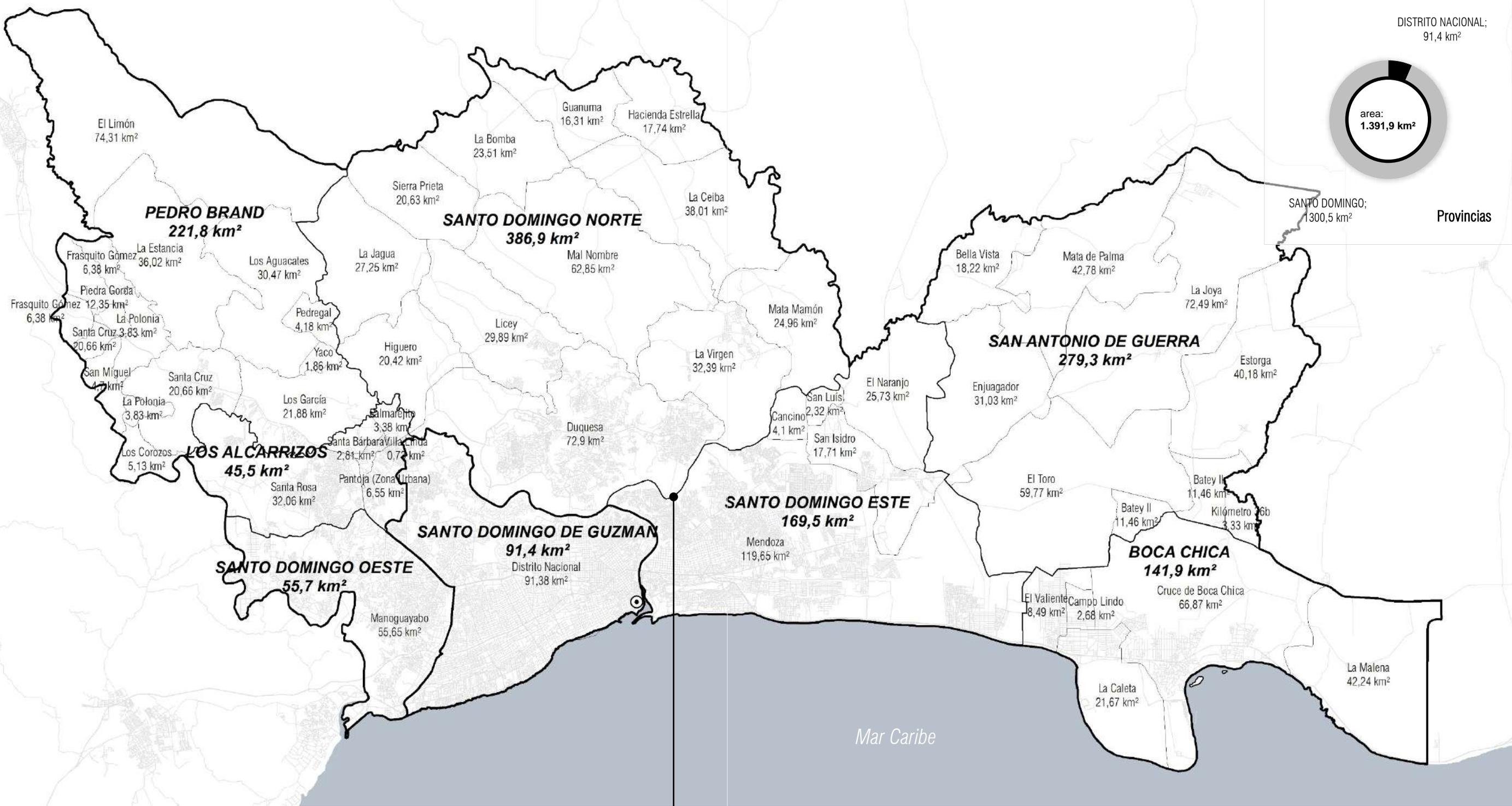
SOMBREADO



PENDIENTES

ORIENTACIÓN DE LAS PENDIENTES

1 REGIÓN / 2 PROVINCIAS / 7 MUNICIPIOS / 8 DISTRITOS MUNICIPALES / 47 SECCIONES



La Barquita

Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

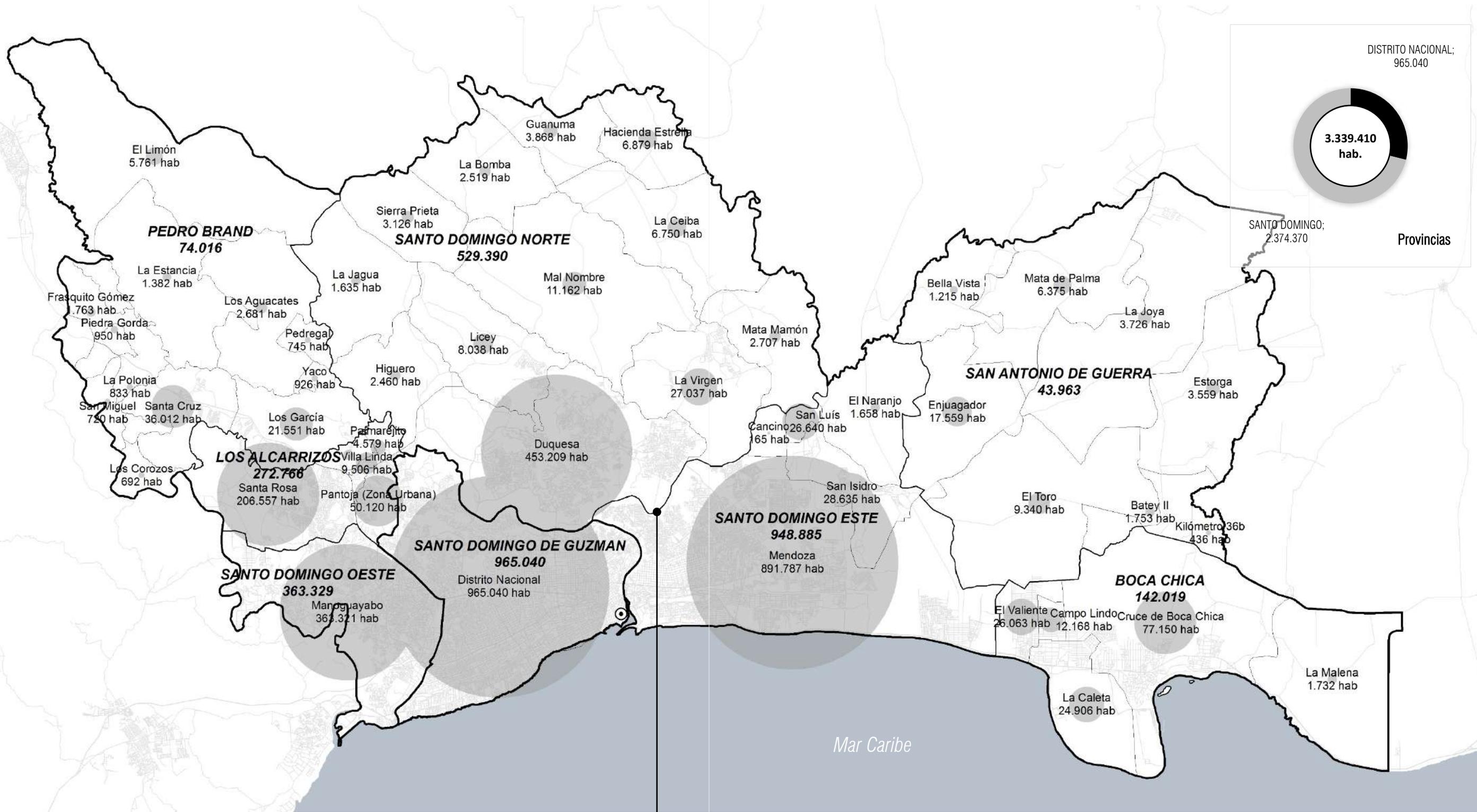
PROVINCIAS	MUNICIPIOS	SECCIONES	AREA	
DISTRITO NACIONAL			91,4	
10 01 01	SANTO DOMINGO DE GUZMÁN		91,4	
SANTO DOMINGO			1.300,5	
10 32 01	SANTO DOMINGO ESTE		169,5	
10 32 01 01 01	SAN LUIS (D. M.)	SANTO DOMINGO ESTE (ZONA URBANA)		
10 32 01 01 02		CANCINO	4,1	
10 32 01 01 03		MENDOZA	119,7	
10 32 01 02				
10 32 01 02 01	SAN LUIS (D. M.)	SAN LUIS (ZONA URBANA)		
10 32 01 02 02		SAN ISIDRO	17,7	
10 32 01 02 03		EL NARANJO	25,7	
10 32 01 02 04		SAN LUIS	2,3	
10 32 02	SANTO DOMINGO OESTE		55,7	
10 32 02 01 01	MANOGUAYABO	SANTO DOMINGO OESTE (ZONA URBANA)		
10 32 02 01 02		MANOGUAYABO	55,7	
10 32 03	SANTO DOMINGO NORTE		386,9	
10 32 03 01 01	LA VICTORIA (D. M.)	SANTO DOMINGO NORTE (ZONA URBANA)		
10 32 03 01 02		LICEY	29,9	
10 32 03 01 03		SIERRA PRIETA	20,6	
10 32 03 01 04		DUQUESA	72,9	
10 32 03 01 05		HIGÜERO	20,4	
10 32 03 01 06		LA JAGUA	27,2	
10 32 03 02				
10 32 03 02 01	LA VICTORIA (D. M.)	LA VICTORIA (ZONA URBANA)		
10 32 03 02 02		MAL NOMBRE	62,9	
10 32 03 02 03		LA VIRGEN	32,4	
10 32 03 02 04		MATA MAMÓN	25,0	
10 32 03 02 05		LA BOMBA	23,5	
10 32 03 02 06		GUANUMA	16,3	
10 32 03 02 07		HACIENDA ESTRELLA	17,7	
10 32 03 02 08		LA CEIBA	38,0	
10 32 04		BOCA CHICA		141,9
10 32 04 01 01		LA CALETA (D. M.)	BOCA CHICA (ZONA URBANA)	
10 32 04 01 02	CRUCE DE BOCA CHICA		66,9	
10 32 04 01 03	LA MALENA		42,2	
10 32 04 02				
10 32 04 02 01	LA CALETA (D. M.)	LA CALETA (ZONA URBANA)		
10 32 04 02 02		EL VALIENTE	8,5	
10 32 04 02 03		CAMPO LINDO	2,7	
10 32 04 02 04		LA CALETA	21,7	
10 32 05	SAN ANTONIO DE GUERRA		279,3	
10 32 05 01 01	HATO VIEJO (D. M.)	SAN ANTONIO DE GUERRA (ZONA URBANA)		
10 32 05 01 02		EL TORO	59,8	
10 32 05 01 03		LA JOYA	72,5	
10 32 05 01 04		ENJUAGADOR	31,0	
10 32 05 01 05		MATA DE PALMA	42,8	
10 32 05 01 06		BELLA VISTA	18,2	
10 32 05 02				
10 32 05 02 01	HATO VIEJO (D. M.)	BATEY II	11,5	
10 32 05 02 02		KILÓMETRO 36B	3,3	
10 32 05 02 03		ESTORGA	40,2	
10 32 06	LOS ALCARRIZOS		45,5	
10 32 06 01 01	PALMAREJO-VILLA LINDA (D. M.)	LOS ALCARRIZOS (ZONA URBANA)		
10 32 06 01 02		SANTA ROSA	32,1	
10 32 06 02				
10 32 06 02 01	PALMAREJO-VILLA LINDA (D. M.)	PALMAREJO VILLA LINDA (ZONA URBANA)		
10 32 06 02 02		PALMAREJITO	3,4	
10 32 06 02 03		SANTA BÁRBARA	2,8	
10 32 06 02 04		VILLA LINDA	0,7	
10 32 06 03				
10 32 06 03 01	PANTOJA (D. M.)	PANTOJA (ZONA URBANA)	6,5	
10 32 07	PEDRO BRAND		221,8	
10 32 07 01 01	LA GUÁYIGA (D. M.)	PEDRO BRAND (ZONA URBANA)		
10 32 07 01 02		LOS COROZOS	5,1	
10 32 07 01 03		SAN MIGUEL	4,7	
10 32 07 01 04		PIEDRA GORDA	12,4	
10 32 07 01 05		LA POLONIA	3,8	
10 32 07 01 06		FRASQUITO GÓMEZ	6,4	
10 32 07 01 07		SANTA CRUZ	20,7	
10 32 07 02				
10 32 07 02 01	LA GUÁYIGA (D. M.)	LA GUÁYIGA (ZONA URBANA)		
10 32 07 02 02		LOS GARCÍA	21,9	
10 32 07 02 03		EL PEDREGAL	4,2	
10 32 07 02 04	YACÓ	1,9		
10 32 07 03				
10 32 07 03 01	LA CUABA (D. M.)	LA CUABA (ZONA URBANA)		
10 32 07 03 02		LOS AGUACATES	30,5	
10 32 07 03 03		LA ESTANCIA	36,0	
10 32 07 03 04		EL LIMÓN	74,3	

La división administrativa se basa en el informe 2012 de la ONE, "División Territorial de la República Dominicana". Los códigos ayudan a diferenciar los distintos niveles: la región, la provincia, los municipios y distritos municipales, y las secciones. Es importante destacar que en la estructura se reconocen dentro de las secciones las zonas urbanas, así como, el conjunto de algunas secciones formalizan los distritos municipales. Por esta razón, para simplificar su comprensión, el informe centra su atención, únicamente, en tres niveles; las provincias, los municipios y sus secciones.

DIVISIÓN ADMINISTRATIVA

superficies

NOMBRE	AREA
	km2
DISTRITO NACIONAL	91,4
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	91,4
SANTO DOMINGO	1.300,5
SANTO DOMINGO ESTE	169,5
SANTO DOMINGO OESTE	55,7
SANTO DOMINGO NORTE	386,9
BOCA CHICA	141,9
SAN ANTONIO DE GUERRA	279,3
LOS ALCARRIZOS	45,5
PEDRO BRAND	221,8
OZAMA O METROPOLITANA	1.392



PROVINCIA	MUNICIPIO	SECCIONES	POBLACION_2002	POBLACION_2010
DISTRITO NACIONAL			913.540	965.040
10 01 01	SANTO DOMINGO DE GUZMÁN		913.540	965.040
SANTO DOMINGO			1.817.754	2.374.370
10 32 01	SANTO DOMINGO ESTE		793.396	948.885
10 32 01 01 01	SANTO DOMINGO ESTE (ZONA URBANA)	SANTO DOMINGO ESTE (ZONA URBANA)		851.853
10 32 01 01 02		CANCINO		165
10 32 01 01 03		MENDOZA		39.934
10 32 01 02	SAN LUIS (D. M.)			
10 32 01 02 01		SAN LUIS (ZONA URBANA)		26.453
10 32 01 02 02		SAN ISIDRO		28.635
10 32 01 02 03		EL NARANJO		1.658
10 32 01 02 04		SAN LUIS		187
10 32 02	SANTO DOMINGO OESTE		280.912	363.321
10 32 02 01 01	SANTO DOMINGO OESTE (ZONA URBANA)	SANTO DOMINGO OESTE (ZONA URBANA)		318.181
10 32 02 01 02		MANOGUAYABO		45.140
10 32 03	SANTO DOMINGO NORTE		368.842	529.390
10 32 03 01 01	SANTO DOMINGO NORTE (ZONA URBANA)	SANTO DOMINGO NORTE (ZONA URBANA)		446.753
10 32 03 01 02		LICEY		8.038
10 32 03 01 03		SIERRA PRIETA		3.126
10 32 03 01 04		DUQUESA		6.456
10 32 03 01 05		HIGUERO		2.460
10 32 03 01 06		LA JAGUA		1.635
10 32 03 02	LA VICTORIA (D. M.)			
10 32 03 02 01		LA VICTORIA (ZONA URBANA)		20.064
10 32 03 02 02		MAL NOMBRE		11.162
10 32 03 02 03		LA VIRGEN		6.973
10 32 03 02 04		MATA MAMÓN		2.707
10 32 03 02 05		LA BOMBA		2.519
10 32 03 02 06		GUANUMA		3.868
10 32 03 02 07		HACIENDA ESTRELLA		6.879
10 32 03 02 08		LA CEIBA		6.750
10 32 04		BOCA CHICA		99.508
10 32 04 01 01	BOCA CHICA (ZONA URBANA)	BOCA CHICA (ZONA URBANA)		75.827
10 32 04 01 02		CRUCE DE BOCA CHICA		1.323
10 32 04 01 03		LA MALENA		1.732
10 32 04 02	LA CALETA (D. M.)			
10 32 04 02 01		LA CALETA (ZONA URBANA)		24.698
10 32 04 02 02		EL VALIENTE		26.063
10 32 04 02 03		CAMPO LINDO		12.168
10 32 04 02 04		LA CALETA		208
10 32 05	SAN ANTONIO DE GUERRA		28.286	43.963
10 32 05 01 01	SAN ANTONIO DE GUERRA (ZONA URBANA)	SAN ANTONIO DE GUERRA (ZONA URBANA)		14.866
10 32 05 01 02		EL TORO		9.340
10 32 05 01 03		LA JOYA		3.726
10 32 05 01 04		ENJUAGADOR		2.693
10 32 05 01 05		MATA DE PALMA		6.375
10 32 05 01 06		BELLA VISTA		1.215
10 32 05 02	HATO VIEJO (D. M.)			
10 32 05 02 01		BATEY II		1.753
10 32 05 02 02		KILÓMETRO 36B		436
10 32 05 02 04		ESTORGA		1.733
10 32 06	LOS ALCARRIZOS		199.611	272.776
10 32 06 01 01	LOS ALCARRIZOS (ZONA URBANA)	LOS ALCARRIZOS (ZONA URBANA)		186.818
10 32 06 01 02		SANTA ROSA		19.739
10 32 06 02	PALMAREJO-VILLA LINDA (D. M.)			
10 32 06 02 01		PALMAREJO VILLA LINDA (ZONA URBANA)		8.331
10 32 06 02 02		PALMAREJITO		4.579
10 32 06 02 03		SANTA BÁRBARA		2.014
10 32 06 02 04	VILLA LINDA		1.175	
10 32 06 03	PANTOJA (D. M.)			
10 32 06 03 01		PANTOJA (ZONA URBANA)		50.120
10 32 07	PEDRO BRAND		47.199	74.016
10 32 07 01 01	PEDRO BRAND (ZONA URBANA)	PEDRO BRAND (ZONA URBANA)		35.087
10 32 07 01 02		LOS COROZOS		692
10 32 07 01 03		SAN MIGUEL		720
10 32 07 01 04		PIEDRA GORDA		950
10 32 07 01 05		LA POLONIA		833
10 32 07 01 06		FRASQUITO GÓMEZ		1.763
10 32 07 01 07		SANTA CRUZ		925
10 32 07 02	LA GUÁYIGA (D. M.)			
10 32 07 02 01		LA GUÁYIGA (ZONA URBANA)		19.971
10 32 07 02 02		LOS GARCÍA		1.580
10 32 07 02 03		EL PEDREGAL		745
10 32 07 02 04		YACÓ		926
10 32 07 03	LA CUABA (D. M.)			
10 32 07 03 01		LA CUABA (ZONA URBANA)		3.803
10 32 07 03 02		LOS AGUACATES		2.681
10 32 07 03 03		LA ESTANCIA		1.382
10 32 07 03 04		EL LIMÓN		1.958

Para cuantificar el impacto que tiene la población sobre el territorio se proponen las siguientes tablas:

Población: La primera tabla representa la diferencia entre el número de viviendas del censo 2010 y el número de viviendas teóricas (a partir del número de personas por hogar del periodo según ONE), para mostrar en que zonas hay un superávit o déficit de viviendas teórico por municipio.

Crecimiento: Mediante la diferencia de personas entre los censos de 2010 y 2002 se obtiene una tasa de crecimiento anual (TCA) por municipio, para obtener 2 valores teóricos; el primero representa el crecimiento anual de la población y el segundo, el número de viviendas que estas personas representan. En base a la densidad urbana (población / superficie artificializada) se calcula la demanda de suelo anual teórica, con el promedio de viviendas que se construyen por hectárea.

La función de estos valores es orientativa, y se refiere a última década.

POBLACION

NOMBRE	POB 2010 personas	VIV 2010 viviendas	VIV / hogarT viviendas	Diferencia viviendas
DISTRITO NACIONAL	965.040	289.993	275.726	14.267
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	965.040	289.993	275.726	14.267

SANTO DOMINGO	2.374.370	662.181	678.391	-16.210
SANTO DOMINGO ESTE	948.885	268.714	271.110	-2.396
SANTO DOMINGO OESTE	363.321	98.159	103.806	-5.647
SANTO DOMINGO NORTE	529.390	144.179	151.254	-7.075
BOCA CHICA	142.019	45.175	40.577	4.598
SAN ANTONIO DE GUERRA	43.963	13.764	12.561	1.203
LOS ALCARRIZOS	272.776	72.051	77.936	-5.885
PEDRO BRAND	74.016	20.139	21.147	-1.008

Ozama o Metropolitana	3.339.410	952.174	954.117	-1.943
------------------------------	------------------	----------------	----------------	---------------

CRECIMIENTO

NOMBRE	POB 2002 personas	POB 2010 personas	TCA	Crecimiento personas / año	NetDens 2010 hab/ha	Demanda Suelo ha/año	viv/ha	
DISTRITO NACIONAL	913.540	965.040	0,7%	6.500	1.900	13.038	50	38
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	913.540	965.040	0,7%	6.500	1.900			

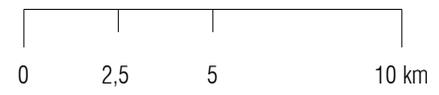
SANTO DOMINGO	1.817.754	2.374.370	3,4%	80.500	23.000			
SANTO DOMINGO ESTE	793.396	948.885	2,3%	21.500	6.100	12.776	168	36
SANTO DOMINGO OESTE	280.912	363.321	3,3%	12.000	3.400	12.538	96	36
SANTO DOMINGO NORTE	368.842	529.390	4,6%	24.500	7.000	16.008	153	46
BOCA CHICA	99.508	142.019	4,5%	6.500	1.900	8.144	80	24
SAN ANTONIO DE GUERRA	28.286	43.963	5,7%	2.500	700	15.222	16	43
LOS ALCARRIZOS	199.611	272.776	4,0%	11.000	3.100	15.855	69	45
PEDRO BRAND	47.199	74.016	5,8%	4.500	1.300	12.545	36	36

Ozama o Metropolitana	2.731.294	3.339.410	2,5%	85.000	24.300	13.266	641	38
------------------------------	------------------	------------------	------	---------------	---------------	--------	-----	----

NOTA:

Se considera 3,5 personas / hogar (ONE 2010)

Para el total de viviendas solo se considera la suma de viviendas unifamiliares y apartamentos



- Carreteras
- Carreteras Nacionales

La Barquita

Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

II.

Inventario de coberturas de suelo

La principal aportación de este informe se basa en la clasificación automática de las coberturas de suelo en 24 categorías en dos periodos de tiempo para la obtención del inventario detallado de cuatro sistemas y sus cambios. El proceso permite tener una clasificación de un periodo reciente, lo que posibilita que los resultados reflejen de forma fidedigna y precisa la situación actual.

El proceso para la realización del inventario es el siguiente:

2.1 IMÁGENES SATELITALES

Las imágenes de satélite Landsat TM (Thematic Mapper) y ETM (Enhanced Thematic Mapper), que generan datos con una resolución espacial de 30 y 15 metros de píxel, ofrecen potencialmente una herramienta útil para la clasificación de la cobertura del suelo, y la detección de asentamientos urbanos (Møller-Jensen, 1990; Paresi y Bianchin, 2001; Barnsley et al, 2001). La imágenes Landsat, cuyo nombre deriva de la suma de Land (tierra) + Satellite (satélite), están disponibles desde el año 1972 a través el uso de seis satélites de la serie Landsat. Estos satélites, que han sido un componente importante del programa de monitoreo de la superficie terrestre gestionado por la NASA, han utilizado tres sensores primarios que han ido evolucionando a lo largo de más de treinta años: MSS (Multi-espectral Scanner), TM (Thematic Mapper) y ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus). Landsat proporciona imágenes, a través de escenas cuadradas de tamaño 185x185 Km, de alta resolución para bandas en el espectro del visible y del infrarrojo (hasta 30m), además imágenes térmicas (hasta 60m) y una imagen pancromática de 15m de resolución que está disponible solo en el sensor ETM+.

2.2 CLASIFICACIÓN

Esta se centra en el estudio detallado de las características espectrales de los píxeles en función de las propiedades físicas de los distintos materiales, que a su vez afectan a los valores de reflectancia en distintos rangos de longitud de onda. El proceso de clasificación empieza con el uso de librerías espectrales específicas que recogen un número considerable de diferentes categorías de cubierta de suelo.

De cada periodo de tiempo se realiza un pre proceso de la imagen satelital donde se limpia, optimiza, calibra y se genera el mosaico necesario para cubrir el ámbito territorial de la zona de estudio. Las técnicas principales utilizadas en la clasificación para la obtención de 24 categorías se fundamentan en cuatro pasos:

- Aplicación de análisis cluster sobre imágenes multispectrales, según distintas técnicas, y en particular Parallelepiped, Minimum Distance, Mahalanobis Distance, Spectral Angle Mapper.
- Generación de información adicional a través del uso de indicadores específicos tal como el Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI), Normalized Difference Soil Index (NDSI).
- Uso de Modelos Digitales de Elevación (DEM) para generar Modelos Digitales de Terreno (MDT)
- Aplicación de filtros de post-proceso para limpiar y homogeneizar la información.

2.3 CAMBIOS

El objetivo de este apartado es tener una visión en conjunto de la evolución de las formas territoriales y de sus diferentes sistemas, y entender las relaciones entre ellos. Por lo que se cuantifican las superficies sobre los cambios ocurridos en las cubiertas del suelo entre un periodo y otro, detectando las tendencias en el consumo de suelo.

IMÁGENES LANDSAT

Los procedimientos de adquisición de imágenes de la superficie terrestre, a través de la teledetección, se basa en la utilización de dos tipos de plataformas que llevan distintos tipos de sensores: plataformas aerotransportadas (globos, helicópteros y aviones) y plataformas espaciales (satélites). Las diferentes orbitas, junto con las diferentes características técnicas de los sensores, en términos de resolución espacial, espectral y radiométrica, proporcionan varios tipos de imágenes. Este estudio en particular se basa sobre el uso de imágenes multisectoriales derivadas del satélite **Landsat**, gestionado por Estados Unidos.

Las imágenes **Landsat**, cuyo nombre deriva de la suma de *Land* (tierra) + *Satellite* (satélite), están disponibles desde el año 1972 a través el uso de 7 satélites de la serie Landsat. De hecho los satélites van del 1 a 8 (Landsat 8 ha sido lanzado durante el 2013), pero la misión 6, lanzada en 1993, no logró alcanzar la órbita. Estos satélites, que han sido una componente importante del programa de monitoreo de la superficie terrestre gestionado por la NASA, utilizan cuatro sensores primarios que han ido evolucionando a lo largo de más de treinta años: MSS (*Multi-espectral Scanner*), TM (*Thematic Mapper*), ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), y OLI (*Operational Land Imager*). La misión Landsat proporciona imágenes, a través de escenas de tamaño de alrededor de 185 x 185 Km, de media resolución espacial, y para bandas en el espectro del visible y del infrarrojo (hasta 30m). Imágenes térmicas (de resolución espacial de hasta 60m) y una imagen pancromática de 15m de resolución están disponibles para los sensores ETM+, y OLI; mientras que el sensor TM solo lleva una imagen térmica, además de la imagen multi-espectral.

La tabla a continuación muestra un resumen de las principales características técnicas de las misiones Landsat

LANDSAT MISSION SATELLITE	Sensor	Band Number	Spectral Range μm	Scene Size km	Spatial Resolution meter/pixel	Temporal Resolution
L 1-5	MSS multi-spectral	4,5,6,7	0.50 - 1.1 1	≈ 185 X 185	60	18 days
L 3	MSS thermal	8	10,41 – 12,60		60	
L 4-5	TM multi-spectral	1,2,3,4,5,7	0.45 - 2.35		30	16 days
L 4-5	TM thermal	6	10.40 - 12.50		120	
L 7	ETM+ multi-spectral	1,2,3,4,5,7	0.450 - 2.35		30	16 days
L 7	ETM+ thermal	6.1, 6.2	10.40 - 12.50		60	
L 8	OLI spectral bands	1,2,3,4,5, 6, 7, 9	0.43 - 2.30		30	16 days
L 8	TIRS Thermal	10, 11	10,30 – 12,50		100 (resampled 30)	
Panchromatic L7	ETM+	8	0.52 - 0.90		15	16 days
Panchromatic L8	OLI	8	0.50 - 0.68		15	

La colección de Landsat disponible a través de varias plataformas informáticas tal como USGS (*U.S. Geological Survey*) o GLCF (*Global Land Cover Facility*) está dirigida al análisis de coberturas del suelo en sus fases temporales, ya que proporciona datos históricos desde los años setenta hasta la actualidad, siendo en continua actualización.

Las imágenes Landsat, que están disponibles en formato GeoTIFF a 8 bits, y de acuerdo con el sistema de proyección geográfica UTM (*Universal Transverse Mercator*), WGS (*World Geodetic System*) 84, prevén un pre-procesamiento de primer nivel para corregir los errores derivados de la curvatura de la tierra y la topología del terreno. Un proceso de calibración, para conseguir valores de reflectancia para cada pixel, y un proceso de corrección atmosférica necesario para eliminar errores debidos al efecto de “*scattering*” de las radiaciones solares a través de la atmosfera, preceden el proceso de clasificación apto a cuantificar la composición del paisaje en términos de coberturas de suelo. Un proceso de limpieza automática para quitar nubes y sombras correspondientes, y el reemplazo de información “útil” ha sido desarrollado por LEAPFROG con el fin de conseguir imágenes satélite “limpias”, siendo que la realidad de la superficie terrestre resulta a menudo ser bastante compleja.

LANDSAT TM Pre proceso 1986

LANDSAT TM

Los satélites Landsat 4 (1982-1993) y Landsat 5 (1984-2012), además de llevar el sensor MSS, fueron equipados con un “nuevo” sensor denominado Thematic Mapper (TM), cuya imágenes son las que se ha utilizado para el estudio sobre cubiertas de suelo de la Región Ozama o Metropolitana, y para la etapa temporal nominal, que ha sido establecida para el año 1986. Ambos satélites están inclinados a 98° y repiten un ciclo completo en 16 días, a una altitud de 705 km desde la superficie de la tierra. Landsat TM proporciona imágenes multi-espectrales con una resolución de 30 metros, sobre la base de seis bandas que van desde 0,45 hasta 2,35 micras (μm), es decir, de lo visible a la parte del infrarrojo medio del espectro electromagnético. En particular, la imagen multi-espectral está compuesto por una banda azul ($0.4850 \mu\text{m}$), una verde ($0.5600 \mu\text{m}$) y una roja ($0.6600 \mu\text{m}$), dentro de la región visible (bandas 1, 2, 3), y tres bandas infrarrojas que son una, la banda 4 ($0.8300 \mu\text{m}$) de infrarrojo cercano (NIR), y dos bandas de infrarrojos de onda corta (SWIR), la banda 5 ($1.6500 \mu\text{m}$) y la banda 7 ($2.2200 \mu\text{m}$). Además de imágenes multi-espectrales en seis bandas, el sensor TM también es capaz de recoger una imagen térmica dentro de la franja del infrarrojo termal, con una resolución espacial de 120 metros, y entre 10.40 y 12.50 μm . Las siete bandas se basan en una cuantificación de 8 bits (resolución radiométrica) derivado del proceso de conversión analógico-a-digital, lo que da 256 niveles de gris.

Para la generación de la imagen para el periodo de 1986 se utilizaron las siguientes imágenes:

LT5007047 1985010XXX01
LT5007047 1986061XXX03
LT4007047 1988347XXX02
LT5007047 1989357CPE00
LT5007047 1986333XXX03
LT5007047 1991219CPE00



LT50070471985010XXX01



LT50070471989357CPE00



LT50070471986061XXX03



LT50070471986333XXX03



LT40070471988347XXX02



LT50070471991219CPE00

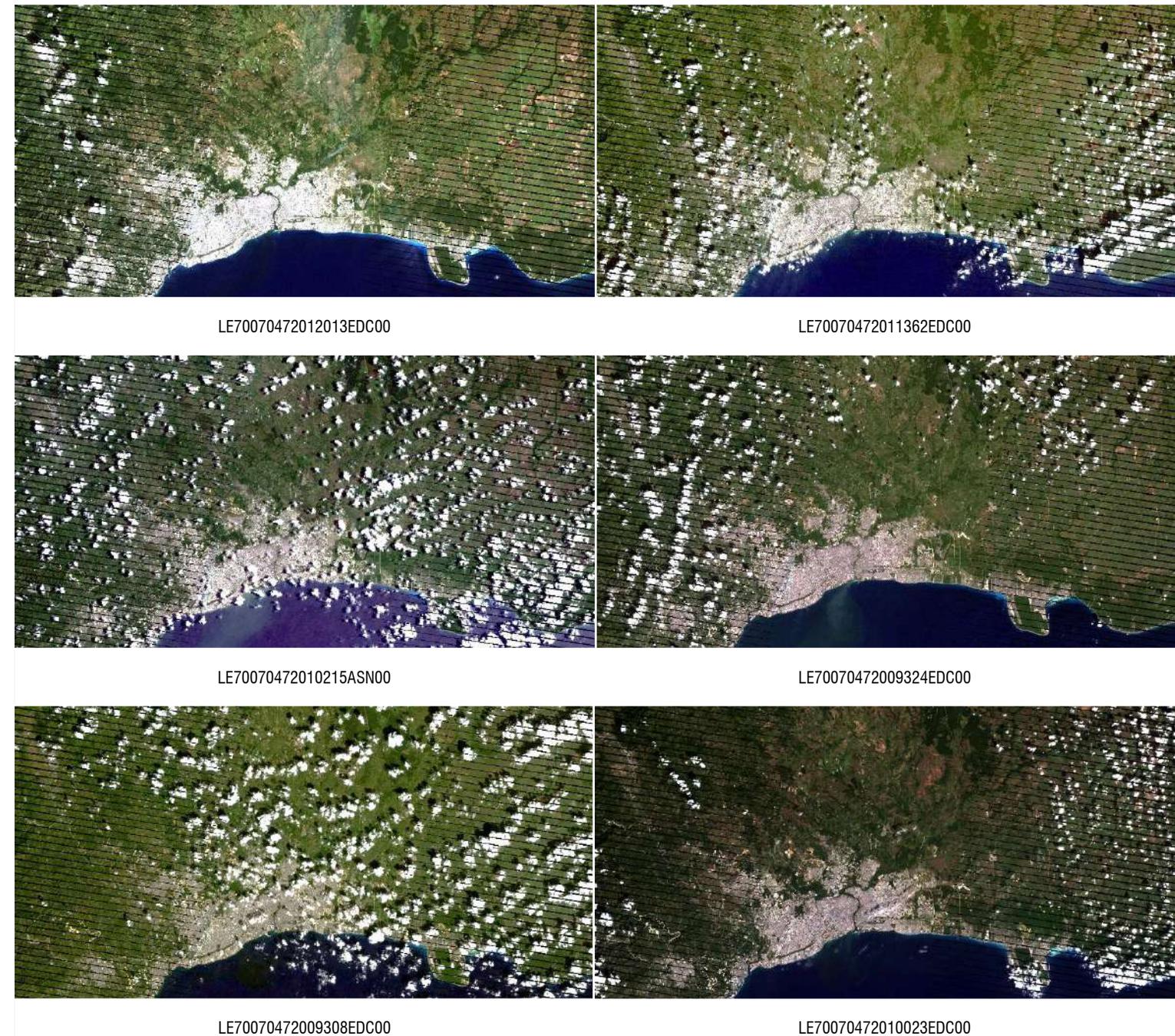
LANDSAT ETM+ Pre proceso 2010

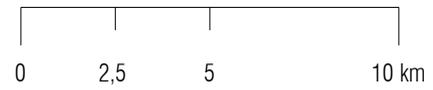
LANDSAT ETM+

Landsat 7, lanzado con éxito en 1999, y aún en funcionamiento, trae un sensor mejorado para la teledetección, denominado Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+). Este sensor, que mantiene el legado de imágenes de satélite Landsat de resolución moderada desde los años 70, proporciona también imágenes multi-espectrales a 30 metros de resolución espacial, de acuerdo a seis bandas espectrales con, aproximadamente, las mismas longitudes de onda como para el sensor TM. También la resolución temporal (16 días), así como la resolución radiométrica (8 bits), y la altitud del satélite (705 kilómetros), se mantuvieron de acuerdo con el TM, mientras que, básicamente, dos mejoras se producen para el sensor ETM+: dos imágenes térmicas, banda de 6.1 y 6.2, están ahora disponibles (en lugar de una), y a una mayor resolución espacial efectiva de 60 metros; además, una imagen pancromática (blanco y negro) con resolución de 15 m esta disponible en el ETM+, que a menudo se emplea para mejorar la interpretación de la información multi-espectral (según varios procedimientos de mejora de la imagen) para obtener imágenes multi-espectrales a más alta resolución. El 31 de Mayo de 2003 ocurrió una falla del instrumento dando como resultado que todas las escenas de Landsat 7 adquiridas desde el 14 de Julio de ese año hayan sido colectadas en modo "SLC-off", lo que genera imágenes con falta de información, así necesitando de una serie de procesos de mejora para "rellenar" las "rayas" de no-data.

Para la generación de la imagen para el periodo de 2010 se utilizaron las siguientes imágenes:

LE7007047 2012013EDC00
LE7007047 2010215ASN00
LE7007047 2009308EDC00
LE7007047 2011362EDC00
LE7007047 2009324EDC00
LE7007047 2010023EDC00

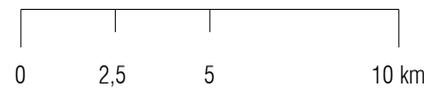




La Barquita

Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA



La Barquita

Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

COBERTURAS DE SUELO: CATEGORÍAS

El mapa de cubiertas del suelo de la Región OZAMA O METROPOLITANA es una cartografía temática de alta resolución de los principales tipos de cubiertas del suelo (sistema natural/bosques, zonas agrícolas, áreas artificializadas y zonas hídricas). Es un producto digital que comprende los principales tipos de cubiertas del suelo, con una leyenda jerárquica de 2 niveles que corresponden a 24 categorías. El mismo se basa en la clasificación del mapa de cubiertas del CORINE Land Cover y el de USGS. La delimitación de las áreas se hace a partir de técnicas de teledetección con un proceso semiautomático, mediante el análisis por pixel, con una metodología propia. El material de base de la clasificación son las imágenes satelitales Landsat, para los periodos 1986 y 2010, donde la escala de trabajo válida es 1:200.000. A continuación se describe la información general de las bases antes citadas:

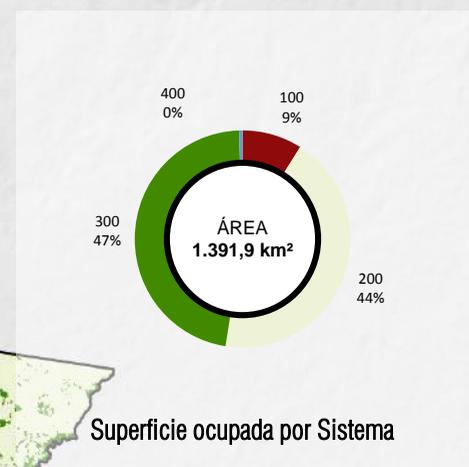
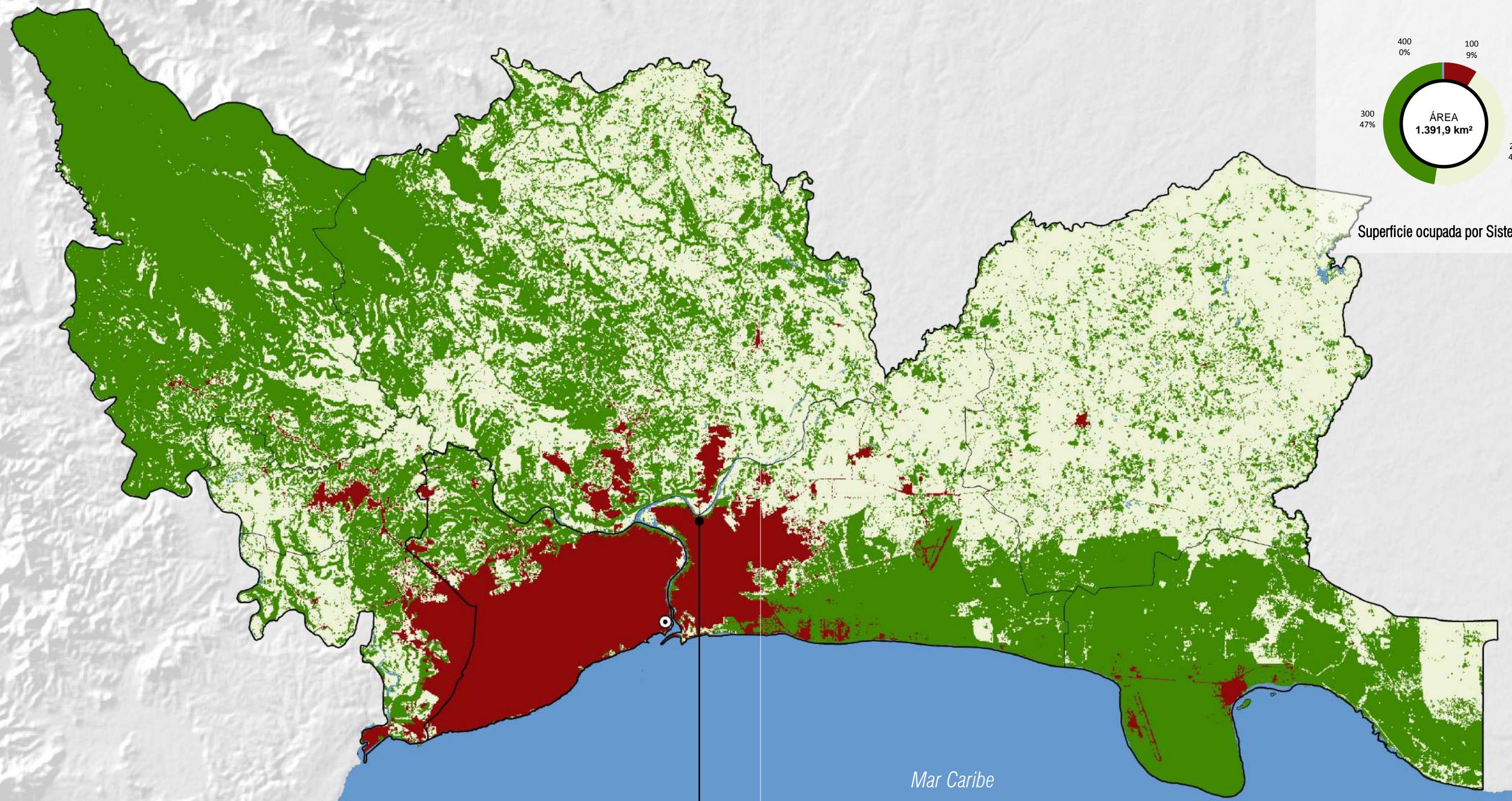
CLC (CORINE Land Cover), es un proyecto de la Agencia Europea de Medioambiente que tiene como objetivo fundamental la captura de datos de tipo numérico y geográfico para la creación de una base de datos europea a escala 1:100.000 sobre la Cobertura y/o Uso del Territorio (Ocupación del suelo). Debido a el seguimiento por parte de los países de la Unión Europea de una serie de directrices comunitarias (relativas especialmente a aspectos técnicos, como son la escala, resolución, nomenclatura, etc.) a la hora de realizar este proyecto, se cuenta con una información perfectamente comparable entre quince países, habiéndose constituido en una herramienta fundamental para la política medioambiental y estadística en el ámbito europeo. Las Especificaciones básicas fueron definidas a lo largo del programa CORINE ("CLC Technical Guide (CE 1993)" y "Technical Guide for Updating CORINE Land Cover Database (CE 1997)") y los tres elementos determinantes del proyecto son las siguientes: La escala cartográfica elegida es 1:100.000, la precisión cartográfica es al menos 100m para todos los productos europeos y la utilizando IMAGE2000 como referencia geométrica para la base de datos CLC con una precisión mínima de 25m. La unidad mínima superficial cartografiable es de 25ha, la anchura mínima de los elementos lineales es de 100m, la nomenclatura CLC europea es jerárquica y distingue 44 clases al tercer nivel, 15 en el segundo y 5 en el primero. En la actualidad hay datos disponibles para tres etapas temporales: 1990, 2000, y 2006.

USGS (United States Geological Survey), es la agencia científica de EE.UU que provee una de las bases más importantes de información geográfica sobre ecosistemas y medio ambiente; poniendo particular énfasis en los fenómenos de riesgo natural, los impactos derivados del cambio climático, y cuantificar los recursos naturales y el uso del suelo. Uno de los productos más relevantes proporcionado por el USGS es, sin duda, la Base de Datos Nacional sobre Cubiertas de Suelo (NLCD, National Land Cover Database). Esta base de datos ofrece una referencia espacial y los datos descriptivos sobre las principales clases temáticas, o sistemas de cobertura de suelo, tal como lo urbano, el agrícola, bosques, y aguas. La actual cartografía digital temática disponible, tiene una resolución de 30 metros por pixel, derivada de imágenes de satélite Landsat, y se refiere al conjunto de datos a nivel de País para tres etapas temporal: 1990, 2000, y 2006; para todo el territorio nacional de EE.UU. y Alaska. El sistema de clasificación NLCD se fundamenta en una leyenda jerárquica que define 21 clases de cobertura del suelo, de acuerdo con el trabajo proporcionado por Anderson, Hardy, Roach, y Witmer, en el 1976: A Land Use and Land Cover Classification System for use with Remote Sensing Data; publicado por el Departamento del Interior de Los Estados Unidos. La cartografía temática resultante del NLCD proporciona información viable sobre todo para análisis tanto a nivel Regional, como nacional, debido a la resolución de las imágenes primarias utilizadas (Landsat 30 m) que entrega resultados a resolución espacial media, y que se pueden referir a escalas operativas de alrededor de 1:200.000.

LEAPFROG realiza una clasificación en dos niveles; el primero reconoce los sistemas, y en el segundo nivel se divide en un total de 24 categorías que corresponden a la siguiente tabla:

R	G	B	COD	Clases
100 ARTIFICIAL AREAS				
143	10	10	111	High Density
135	41	51	112	Medium Density
165	88	109	113	Low Density
218	191	201	114	Scattered
76	80	0	115	Urban green
205	0	205	120	Industrial and Commercial
93	44	112	130	Land Movements, Extraction, Dump and Construction Sites
200 PLANTED / CULTIVATED				
238	243	215	210	Dense Vegetated Crop
254	250	205	220	Moderate Vegetated Crop
245	245	122	230	Row Crop
139	139	0	240	Arable Land
200	200	160	250	Wet Crops
300 NATURAL AREAS / FOREST				
0	100	0	310	Dense Forest
65	138	0	320	Moderate Forest
125	169	75	330	Scrubland and Herbaceous
128	128	0	340	Natural Areas Sparsely Vegetated
174	120	49	350	Sandy Areas
138	87	43	360	Bare Land
240	240	240	370	Snow
400 WATER AND WETLANDS				
102	153	205	410	Deep Water
188	210	239	420	Moderate Water
204	255	255	430	Shallow Water
0	139	139	440	Wetlands
500 NO VALID DATA				
0	0	0	510	No DATA

Tabla 1. Clasificación de categorías de cobertura de suelo.

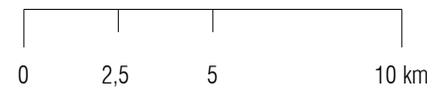


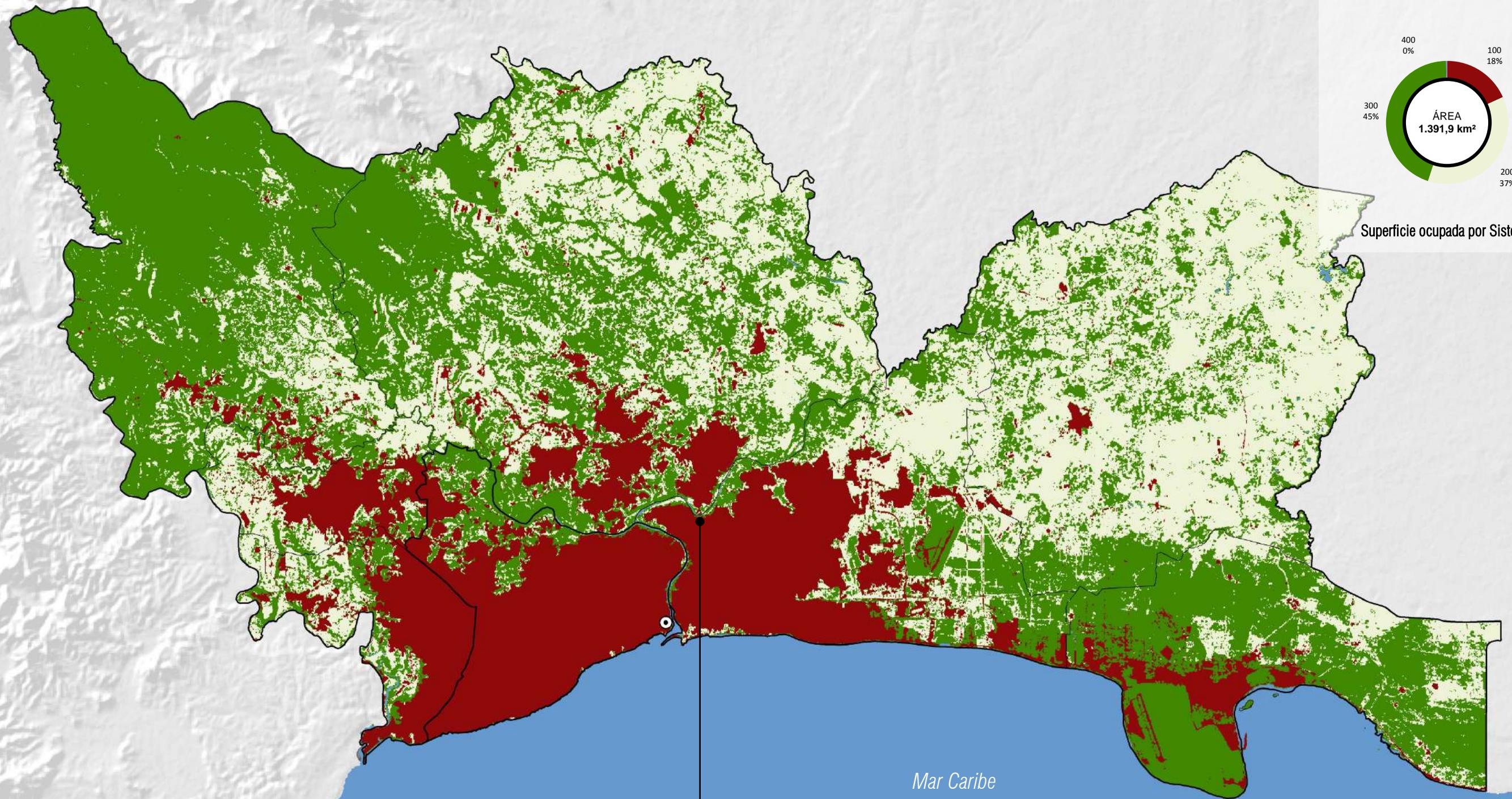
Mar Caribe

Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

La Barquita

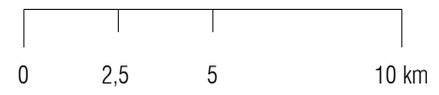


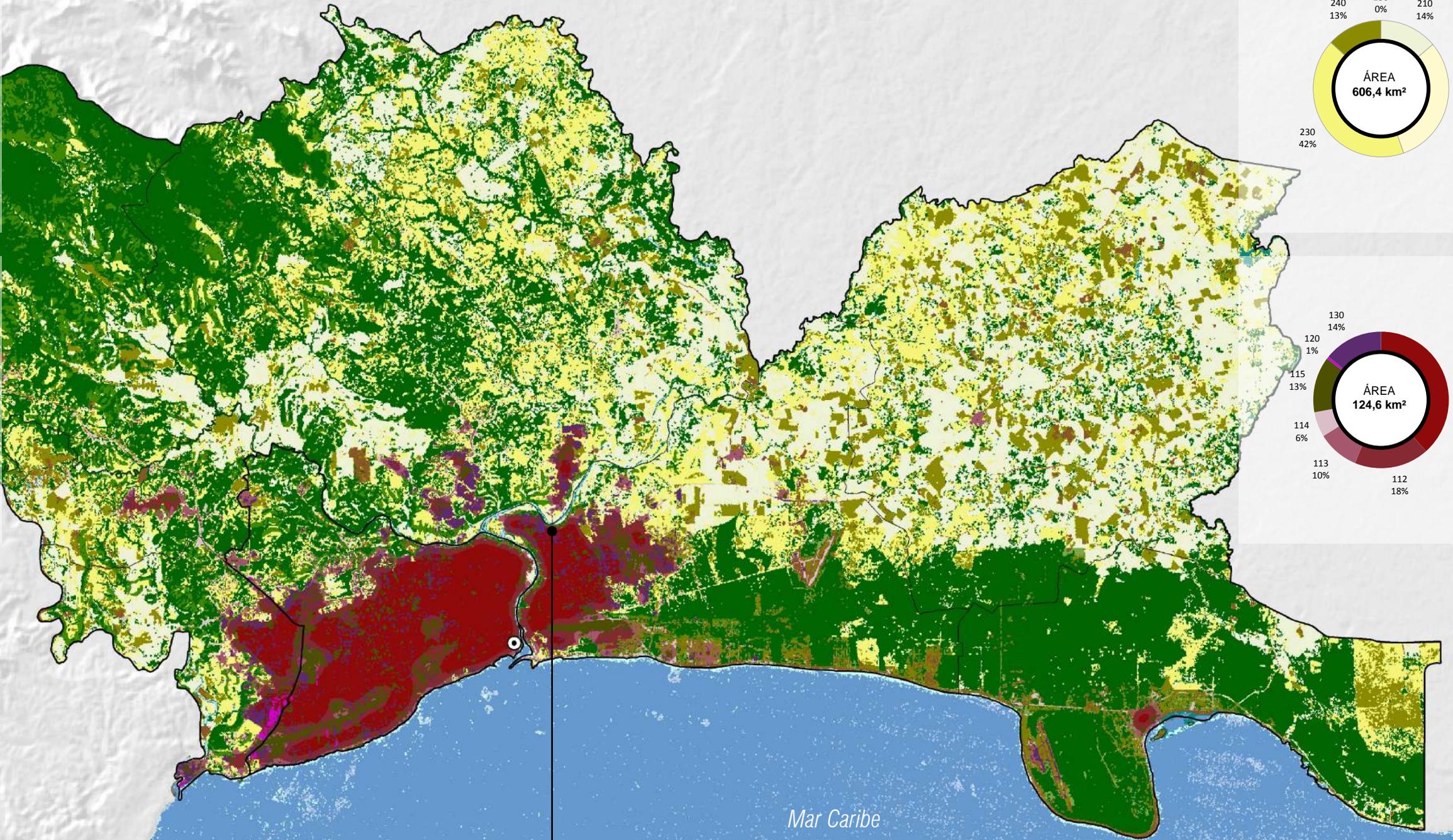
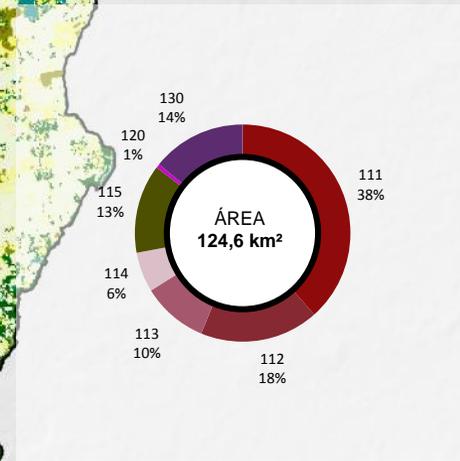
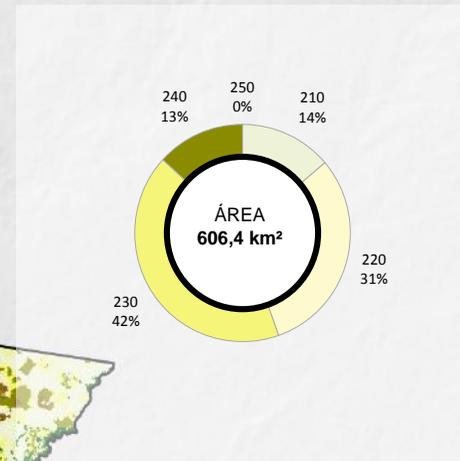
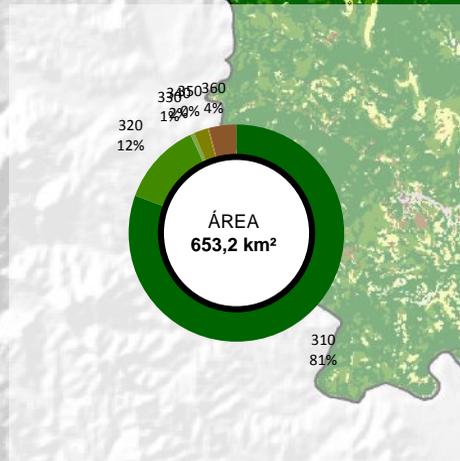
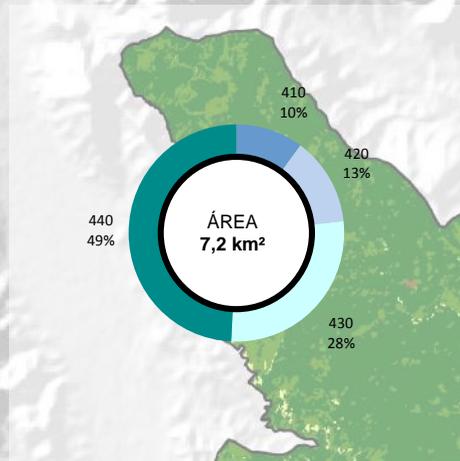


Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

La Barquita



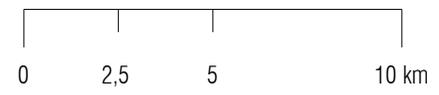


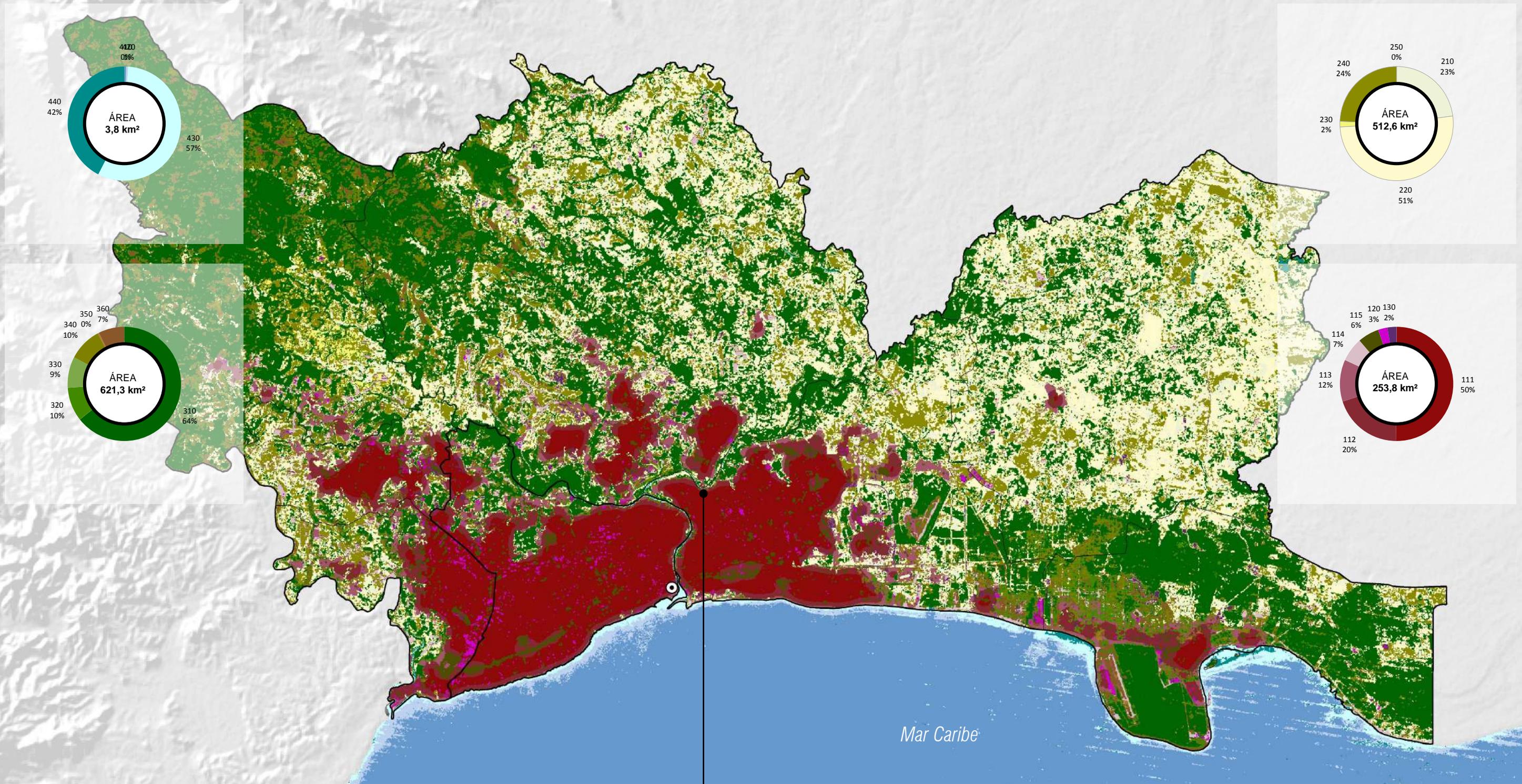
Már Caribe

Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

La Barquita

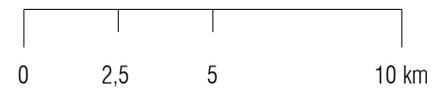




Mar Caribe

Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA



La Barquita

DATOS

R	G	B	Level 1	1986	2010	Δ T	%	TCA
143	10	10	100 Artificial Surfaces	124,6	253,8	129,1	9,3%	3,0%
238	243	215	200 Planted / Cultivated	606,4	512,6	-93,8	-6,7%	-0,7%
65	138	0	300 Forest And Natural Areas	653,2	621,3	-31,9	-2,3%	-0,2%
102	153	205	400 Water and Wetlands	7,2	3,8	-3,4	-0,2%	-2,6%
200	200	200	500 No DATA	0,0	0,0			

Total **1.391,5 km²**

R	G	B	Level 2	1986	2010	Δ T	%	TCA
143	10	10	111 High Density	47,95	127,39	79,4	5,7%	4,2%
135	41	51	112 Medium Density	22,19	50,23	28,0	2,0%	3,5%
165	88	109	113 Low Density	12,3	30,11	17,8	1,3%	3,8%
218	191	201	114 Scattered	7,4	17,34	9,9	0,7%	3,6%
76	80	0	115 Urban green	16,5	15,4	-1,1	-0,1%	-0,3%
205	0	205	120 Industrial and Commercial	0,7	6,72	6,0	0,4%	9,9%
93	44	112	130 Land Movements, Extraction, Dump and Construction Sites	17,59	6,58	-11,0	-0,8%	-4,0%

238	243	215	210 Dense Vegetated Crop	83,82	117,24			
254	250	205	220 Moderate Vegetated Crop	186,56	262,42			
245	245	122	230 Row Crop	255,88	8,05			
139	139	0	240 Arable Land	80,15	124,9			
200	200	160	250 Wet Crops					

0	100	0	310 Dense Forest	526,56	399,49			
65	138	0	320 Moderate Forest	80,98	59,69			
125	169	75	330 Scrubland and Herbaceous	4,06	54,58			
128	128	0	340 Natural Areas Sparsely Vegetated	13,56	59,26			
174	120	49	350 Sandy Areas	1,19	2,35			
138	87	43	360 Bare Land	26,84	45,92			
240	240	240	370 Snow					

102	153	205	410 Deep Water	0,73	0,02			
188	210	239	420 Moderate Water	0,95	0,02			
204	255	255	430 Shallow Water	1,99	2,16			
0	139	139	440 Wetlands	3,56	1,62			

0	0	0	510 No DATA					
---	---	---	-------------	--	--	--	--	--

Total **1.391,5 km²**

RESULTADOS

El estudio de los cambios en el primer nivel refleja la explosión urbana que ha tenido Santo Domingo durante las últimas décadas en el periodo comprendido entre 1986 a 2010. La zona urbana ha duplicado su superficie artificial con una tasa de crecimiento anual que supera a la tasa de crecimiento anual de población promedio de 2,5% para la Región, por lo que se puede decir del 3,0%, que ha habido un cambio en el modelo de crecimiento hacia un modelo de baja densidad. Este crecimiento ha ido consumiendo tanto suelo agrícola como natural/forestal, facilitado por las bajas pendientes que presenta la gran mayoría de la zona de estudio (89,8% de la Región se encuentra en pendientes menores al 10%, y el 4,8% entre 10 y 20%). También se puede ver una ganancia del suelo natural/forestal a costa de suelos productivos agrícolas. Es importante resaltar que el continuo urbano supera los límites administrativos de primer nivel, municipios, y de segundo nivel, provincias, por lo que los análisis territoriales del conjunto urbano deberían referirse siempre al tercer nivel, conocida como la región Metropolitana.

Los cambios en el segundo nivel, en un periodo largo de tiempo, tienen valor en el crecimiento del suelo artificializado. Mientras que los cambios a largo plazo en los sistemas: natural/forestal, agrícola y agua, no es representativo, debido al vínculo de estos a cambios estacionales. Sin embargo, se mantiene el valor de este detalle si consideramos el periodo de tiempo en sí mismo, es decir, al año que le corresponde. Por otra parte, esta herramienta, a este nivel de detalle, permite el monitoreo a corto plazo de los sistemas antes mencionados, siguiendo un patrón estacional.

Para este estudio específico se eligió el cómputo por sistemas en cuatro categorías, entendidas como las partes fundamentales del territorio. La interacción entre estos cuatro sistemas en un periodo significativo de tiempo, explica de forma clara el modelo de desarrollo de territorial, entendiendo hacia donde se da el crecimiento y a qué velocidad, qué suelos productivos se mantienen y qué zonas merece la pena proteger, ya sea por riesgos o por valor ambiental. Por lo tanto, la disponibilidad de esta información permite proporcionar instrumentos urbanísticos a escala territorial aptos a programar un crecimiento equilibrado entre todas las fuerzas que compiten en el espacio. El cálculo se encuentra detallado más adelante, por cada uno de los sistemas (Capítulo III).

III.

Sistemas

A partir de las clasificaciones de primer nivel, se transforman las imágenes ráster a polígonos para su análisis en GIS. Se proponen 4 sistemas de estudio en detalle: Sistema Hídrico y Sistema Forestal (Sistemas Naturales) y Sistema Agrícola y Sistema Urbano (Sistemas Artificiales). A cada sistema se le aplica un conjunto de indicadores válidos para su mejor interpretación y representación.

3.1 HÍDRICO

La restauración y conservación de los sistemas naturales de agua tiene múltiples beneficios, se requiere una estrecha coordinación entre la protección de la naturaleza, los usos del agua, la producción de energía y la ordenación del territorio. Un elemento clave para el análisis de este sistema es el modelo digital del terreno. A través de este modelo es posible el cálculo de cuencas, escurrimientos y pendientes. De esta forma es posible prevenir inundaciones, aumentar la producción de alimentos, mejorar el suministro de energía y regular los recursos de agua dulce.

3.2 NATURAL / FORESTAL

La gestión forestal insostenible, la fragmentación, la contaminación atmosférica y el cambio climático son las principales amenazas a la biodiversidad de los bosques. Los cambios en la cobertura forestal y la conectividad afectan a la biodiversidad (por ejemplo, aves, mamíferos, plantas), la migración de la fauna, semillas de dispersión y otros factores ecológicos, como la propagación de plagas. Las principales causas de fragmentación incluyen el desarrollo de servicio de transporte, el cambio de uso del suelo, la tala operaciones e incendios.

3.3 AGRÍCOLA

Las presiones sobre la biodiversidad del suelo son ciertamente crecientes. Por ejemplo, la erosión, un proceso natural que se ve exacerbada por las actividades humanas como la sobreexplotación de las tierras agrícolas, puede eliminar la tierra fértil que luego pasarán cientos de años en formarse nuevamente. Por consiguiente para comprender mejor la biodiversidad de los suelos y las amenazas que enfrenta es necesario inventariar y dar seguimiento a los diferentes procesos.

3.4 URBANO

Las ciudades son sistemas abiertos y dinámicos, que consumen, transforman y liberan materia y energía, se desarrollan y adaptan; e interactúan con otros sistemas. Son espacios artificiales dominados por una especie, los seres humanos, pero sólo pueden sobrevivir y tener una calidad de vida mediante el uso de los servicios básicos provistos por la naturaleza y la biodiversidad.

A continuación se describen los indicadores de paisajes a nivel general que se aplican a cada sistema.

INDICADORES DE PAISAJE Y DE CLASE

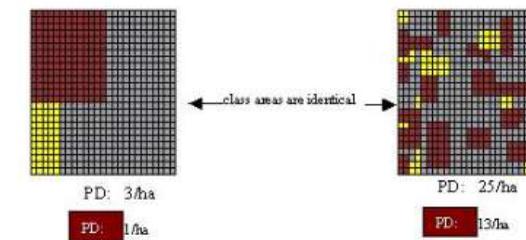
En general, las estructuras espaciales de paisaje están asociadas a la composición y a la configuración de los elementos del paisaje. Composición se refiere al número y a la aparición de diferentes tipos de elementos del paisaje, mientras que la configuración abarca la distribución física o el carácter espacial dentro de un paisaje (McGarigal et al. 1994). La cuantificación se refiere a las mediciones de la diversidad, la homogeneidad o heterogeneidad de estas. Los elementos del paisaje pueden describirse y/o clasificarse bajo diferentes aspectos: como biotopos, como hábitats, de una forma más "simplificada" y agregada, como lo son las categorías de cobertura terrestre. Estas categorías de cobertura terrestre representan la relación entre las condiciones naturales y la influencia humana, tanto en el tiempo como en diferentes periodos históricos.

El mosaico espacial de los elementos del paisaje determina en gran medida la fisonomía, el aspecto visual y la percepción humana de un paisaje. Por otro lado, la configuración espacial y la composición de los elementos del paisaje (hábitats y biotopos) juegan un papel importante en la funcionalidad ecológica y la diversidad biológica. En este contexto se han desarrollado numerosos índices matemáticos que permiten la descripción objetiva de diferentes aspectos de las estructuras del paisaje y sus patrones (McGarigal et al. 1994).

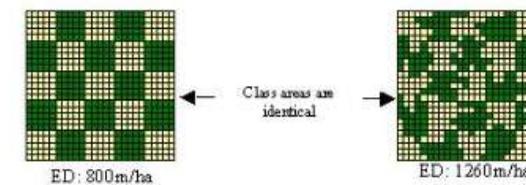
Todos los indicadores de paisaje se calcularon a través de la herramienta fragstats 4.1, sobre un base ráster de resolución espacial a 30m/pixel. Los análisis se han hecho utilizando reglas de cercanía a 8 celdas.

A continuación se da una breve explicación del significado de las métricas de paisaje utilizadas:

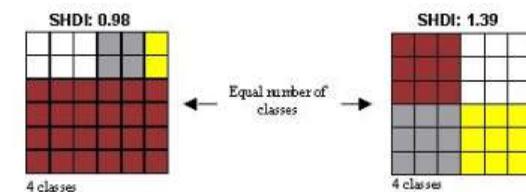
Patch Density (PD)



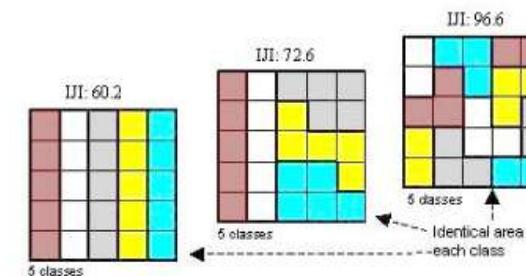
Edge Density (ED)



Índice de Diversidad de Shannon (SHDI)



Índice de Intersección y Yuxtaposición (IJI)



Referencia:

Gerd Eiden, Maxime Kayadjanian, Claude Vidal. CAPTURING LANDSCAPE STRUCTURES: TOOLS. European Commission. <http://ec.europa.eu/agriculture/publi/landscape/ch1.htm>

McGarigal, K., SA Cushman, and E Ene. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

Indicadores de Paisaje

PATCH DENSITY (PD):

Un parche representa una porción de superficie dentro de una categoría homogénea de cobertura de suelo. Patch Density (PD) expresa el número de parches en toda la unidad de referencia en una base por área (100 ha). Este índice es una medida del grado de fragmentación de la estructura del paisaje.

Se calcula como:

$$PD = \frac{n}{a}$$

PD = Patch Density (per 100 ha)

n = número de Parches

a = Área

Patch Density aumenta con un mayor número de parches dentro de un área de referencia. En general, PD depende del "tamaño de pixel" de los datos de entrada, es decir, el tamaño de la unidad espacial más pequeña asignada y el número de diferentes categorías que se distinguen en la nomenclatura. Este índice es un buen reflejo de la medida en que el paisaje está fragmentado y por lo tanto fundamental para la evaluación de las estructuras de paisaje, lo que permite comparaciones de unidades con diferentes tamaños.

EDGE DENSITY (ED):

Edge se refiere a la frontera entre dos clases diferentes. Densidad de borde (en m/ha) o, alternativamente, perímetro / área. Relación de, es igual a la longitud (en m) de todas las fronteras entre diferentes tipos de parches (clases) en un área de referencia dividida por el área total de la unidad de referencia. El índice se calcula como:

$$ED = \frac{E}{A}$$

E = total edge (m)

A = total area (ha)

En contraste con la densidad de parche, la densidad de borde toma la forma y la complejidad de los parches en cuenta. Densidad de borde es una medida de la complejidad de las formas de parches, y similares a la densidad de parche una expresión de la heterogeneidad espacial de un mosaico del paisaje. Al igual que la densidad de parche, la densidad de borde es una función del tamaño de la unidad de mapeo más pequeña definida (tamaño de pixel): cuanto menor es la unidad de mapeo mejor se mide la delimitación espacial, lo que resulta en un aumento de la longitud del borde.

ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON (SHDI):

El índice de diversidad de Shannon cuantifica la diversidad de las zonas de estudio sobre la base de dos componentes: el número de diferentes tipos de parches y el área de distribución proporcional entre los distintos tipos de conexión. Comúnmente los dos componentes se denominan riqueza y uniformidad. La riqueza se refiere al número de tipos de parches (componente de la composición) y la uniformidad de la zona de distribución de las clases (componente estructural). El Índice de Shannon se calcula sumando para cada tipo de parche la proporción de área cubierta, multiplicado por la proporción expresada en logaritmo natural, de acuerdo con la fórmula:

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i * \ln P_i)$$

m = número de tipos de parches

P_i = proporción de la superficie cubierta por el tipo de parche (clase de cobertura terrestre) i

El índice de diversidad de Shannon aumenta a medida que el número de diferentes tipos de parches (= clases) aumenta y / o la distribución proporcional de la zona entre los tipos de conexión se vuelve más equitativa. Para un número dado de clases, se alcanza el valor máximo del índice de Shannon cuando todas las clases tienen la misma área. El Índice de Shannon se puede utilizar como un índice relativo que permite la comparación de las diferentes unidades de "paisaje" o permite su comparación en diferentes momentos.

ÍNDICE DE INTERSECCIÓN Y YUXTAPOSICIÓN (JI):

El índice de intersección y yuxtaposición es la única medición, que tiene en cuenta explícitamente la configuración espacial de los tipos de parches. Este índice considera las relaciones de vecindad entre los parches. Cada parche se analiza para adyacencia con todos los otros tipos de parches y las medidas de la medida en que los tipos de parches se intercalan es decir, bordeando igualmente otros tipos de parches. El índice se calcula con como estrategia similar para el índice de Shannon, pero la fórmula incluye un denominador, que estandariza para el número de clases.

$$JI = \frac{- \sum_{i=1}^m \sum_{k=i+1}^m [(E_{ik}) * \ln (E_{ik})]}{\ln \left(\frac{m(m-1)}{2} \right)}$$

m = número de clases,

E_{ik} = longitud de borde entre la clase i y clase k.

Los valores bajos caracterizan los paisajes en los que los tipos de parches se distribuyen de manera desproporcionada o agrupados, por ejemplo, las clases están confinando a pocas otras clases. Los valores altos resultan de paisajes en los que los tipos de conexión son igualmente adyacentes entre sí, por ejemplo, cada clase tiene una frontera común con todos los demás.

Indicadores de Paisaje

PATCH DENSITY (PD)

	1986	2010	ΔT
REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA	6,72	6,42	-0,30
MUNICIPIOS			
Santo Domingo de Guzmán	10,49	6,76	-3,72
Santo Domingo Este	7,65	8,05	0,41
Santo Domingo Oeste	10,21	8,51	-1,70
Santo Domingo Norte	7,59	7,24	-0,36
Boca Chica	3,28	6,17	2,89
San Antonio de Guerra	10,60	7,67	-2,93
Los Alcarrizos	10,83	12,83	1,99
Pedro Brand	3,57	4,56	0,99

EDGE DENSITY (ED)

	1986	2010	ΔT
REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA	46,66	45,70	-0,96
MUNICIPIOS			
Santo Domingo de Guzmán	52,86	32,31	-20,55
Santo Domingo Este	44,24	46,83	2,59
Santo Domingo Oeste	58,42	50,81	-7,61
Santo Domingo Norte	71,21	64,36	-6,85
Boca Chica	29,45	42,34	12,88
San Antonio de Guerra	56,88	58,83	1,94
Los Alcarrizos	82,10	72,13	-9,97
Pedro Brand	27,28	32,83	5,54

INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANON (SHDI)

	1986	2010	ΔT
REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA	1,20	1,26	0,06
MUNICIPIOS			
Santo Domingo de Guzmán	1,18	1,05	-0,14
Santo Domingo Este	1,24	1,26	0,02
Santo Domingo Oeste	1,20	1,19	-0,01
Santo Domingo Norte	1,16	1,24	0,08
Boca Chica	1,04	1,15	0,11
San Antonio de Guerra	0,98	1,06	0,08
Los Alcarrizos	1,21	1,32	0,11
Pedro Brand	0,92	0,98	0,06

INDICE DE INTERSECCION Y YUXTAPOSICION (IJI)

	1986	2010	ΔT
REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA	34,97	40,04	5,07
MUNICIPIOS			
Santo Domingo de Guzmán	63,56	68,20	4,64
Santo Domingo Este	58,47	55,93	-2,54
Santo Domingo Oeste	61,70	66,65	4,95
Santo Domingo Norte	20,63	29,86	9,23
Boca Chica	43,38	52,74	9,36
San Antonio de Guerra	18,46	21,11	2,66
Los Alcarrizos	41,29	56,35	15,06
Pedro Brand	27,94	35,08	7,14

Indicadores de Clase (Sistema)

Las métricas de clase miden las propiedades globales de los parches que pertenecen a una misma clase de cobertura de suelo. Así que, siendo la clase una agregación de parches del mismo tipo, esta se puede cuantificar a través de una síntesis de los índices calculados para cada parche que forma parte de dicha categoría de cobertura de suelo, y de acuerdo con varias operaciones estadísticas, de primer y segundo orden, aptas a resumir la distribución espacial del conjunto de parches.

Para este estudio se han tenido en cuenta dos dimensiones para describir las clases de cobertura de suelo, es decir la dimensión formal y la distribución espacial. La forma de una clase se define a su vez a través de dos variables que son la forma de los polígonos y la estructura de un conjunto de polígonos, es decir la cantidad de parches que componen una clase. Los dos indicadores se refieren al concepto de fragmentación: Fragmentación de la forma (Dimensión Fractal - FRAC) y fragmentación de la estructura (Índice de división - SPLIT) de una clase, sin tener en cuenta la posición de los parches en el espacio. La distribución espacial tiene en cuenta básicamente distancias entre parches y peso de los parches en términos de superficie ocupada. Dos indicadores se utilizan para este estudio el Índice de Proximidad (PROX) y el Índice de Conexión (CONNECT).

Estos indicadores solo se calculan para los sistemas natural/forestal, agrícola y urbano. A continuación se describe cada uno:

INDICES DE FRAGMENTACIÓN

El Índice de dimensión fractal (FRAC) refleja la complejidad de la forma de un polígono (un asentamiento urbano por ejemplo) a través de una relación entre perímetro y área de un parche, que se traduce en una medida de complejidad del perfil de los asentamientos. Valores altos de FRAC indican un "alejamiento" de las geometrías euclidianas, es decir una alta complejidad de la forma que se traduce en parches con perímetros muy complejos. En prácticas este índice se puede entender como una medida de fragmentación de la forma, es decir la diferencia que pasa entre un círculo y una "ameba". Para el indicador de FRAC se ha utilizado el valor promedio (MN) de todos los parches que constituyen una categoría de cubierta de suelo, para computar el indicador a nivel de CLASE.

El índice de división (SPLIT) se basa en la distribución proporcional de la superficie acumulativa de una clase (es decir la superficie total que deriva de suma de las superficies de todos los parches) en los diferentes polígonos que la componen. Este índice es igual a 1 cuando el paisaje se compone de un solo parche. Mientras que aumenta conforme la clase se subdivide en parcelas más pequeñas y similares en términos de superficie.

INDICES DE CONECTIVIDAD

Índice de Proximidad (PROX) fue desarrollado por Gustafson y Parker (1992) y considera el tamaño y la proximidad de todos los parches cuyos bordes están dentro de un radio de tazado a partir del parche focal. En FRAGSTATS se utiliza la distancia entre el parche focal y cada uno de los otros parches dentro del radio (que para este estudio se ha fijado en 200 metros), en lugar de la distancia del vecino más cercano entre parches. El índice es adimensional (es decir, no tiene unidades) y por lo tanto el valor absoluto del índice tiene poco valor interpretativo, sino que se utiliza como un índice comparativo. El índice de proximidad a nivel de CLASE también resulta de un valor promedio (PROX_MN).

El Índice de Conexión (CONNECT) define en el número de uniones funcionales entre los parches dentro de la misma clase de cobertura de suelo. El grado de Conectividad depende, por cada par de parches, de una distancia (umbral) especificada por el usuario. El valor obtenido por este indicadores es un porcentaje de la conexión máxima posible dado el número de parches considerados. $CONNECT = 0$ cuando la clase consta de un solo parche, o los parches no están "conectados" dentro de la distancia umbral especificado. $CONNECT = 100$ cuando todos los parches, dentro de la distancia umbral, están "conectados". Para este estudio la distancia umbral se ha fijado en 1000 metros.

Referencia:

McGarigal, K., SA Cushman, and E Ene. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

III.

Sistemas

HÍDRICO



ANÁLISIS

El área del Caribe, por sus características climáticas y oceánicas, es uno de los pocos lugares en el mundo en el que se dan las condiciones para la generación y el paso de numerosos huracanes.

Pocas cosas en la naturaleza se pueden comparar con el poder destructivo de estos fenómenos. Consideradas las mayores tormentas sobre la tierra, un huracán, es capaz de causar graves daños a poblaciones enteras, con vientos superiores a 250 km/h y lluvias intensas de más de 1000mm durante su ciclo de vida. No obstante, mientras la zona más destructiva de un huracán es en su centro, es posible que a los pocos km de distancia haya afectado muy poco o prácticamente nada.

Los huracanes son el desastre natural que causa más muertes en República Dominicana, seguido por las inundaciones. Por eso a continuación se muestran una recopilación de los huracanes más impactantes.

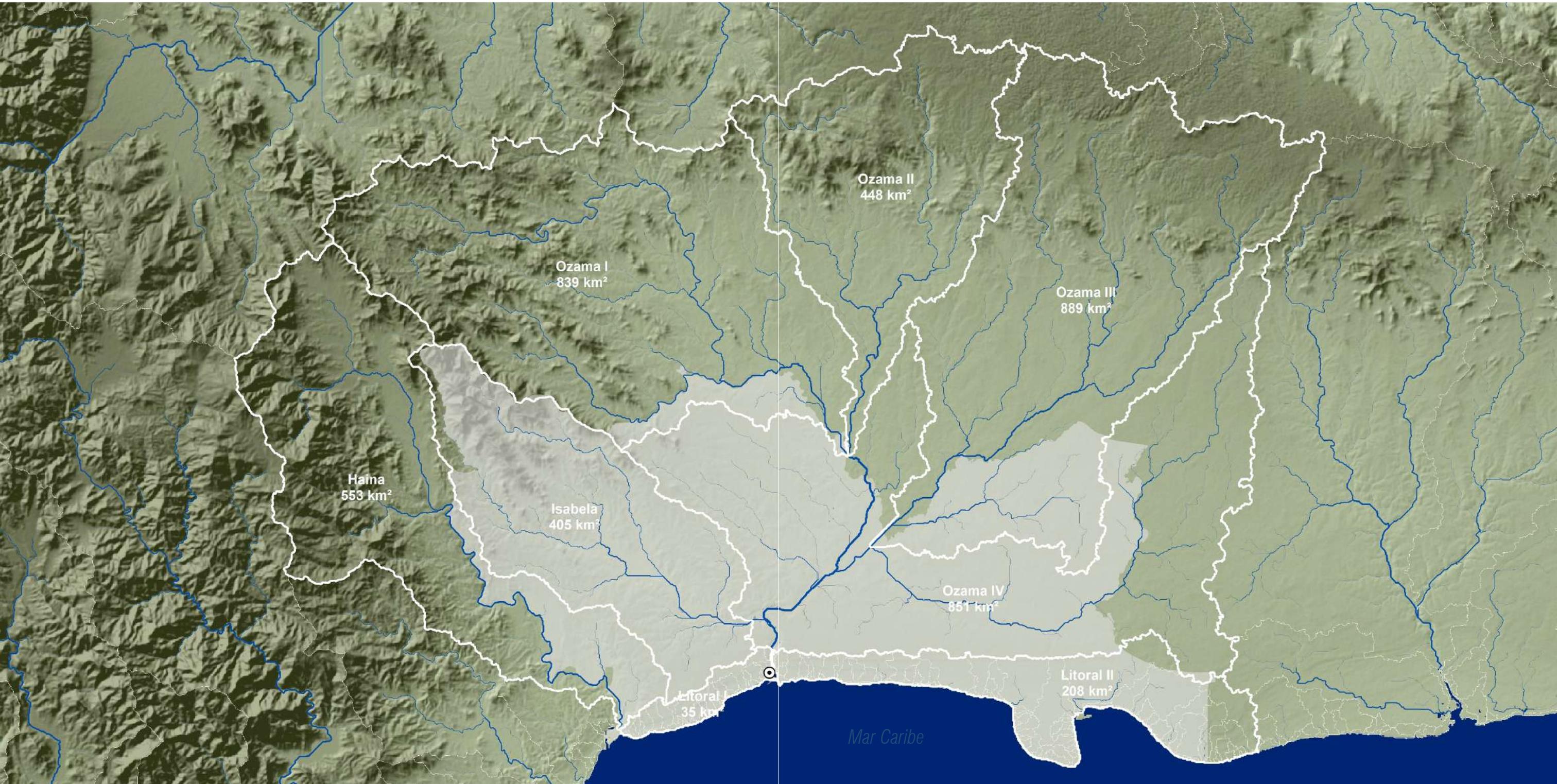
Nombre	Año	Precipitación episodio (mm)	Velocidad vientos (km/h)	Fallecidos	Valor desastre (Mill. \$)
Huracán San Zenón	1930	500	290	8.000	-
Huracán David	1979	500	280	4.000	1.000
Huracán George	1988	977	240	283	2.200
Huracán Dean	2007	390	270	2	-
Huracán Noel	2007	900	135	85	78
Tormenta Olga	2007	380	93	22	-

Las inundaciones originadas por el paso de los huracanes pueden afectar a diferentes zonas de especial atención:

Zonas montañosas: Debido a las grandes intensidades de precipitación, en zonas montañosas pueden ocurrir "flash floods" (rápidas subidas del nivel del río) debido a altas intensidades de precipitación con "debris flow" (material pesado como rocas, árboles,...) arrasando así toda la cuenda del río. En zonas de fuertes pendientes el agua puede colmatar las laderas montañosas y provocar deslizamientos de tierra con consecuencias desastrosas.

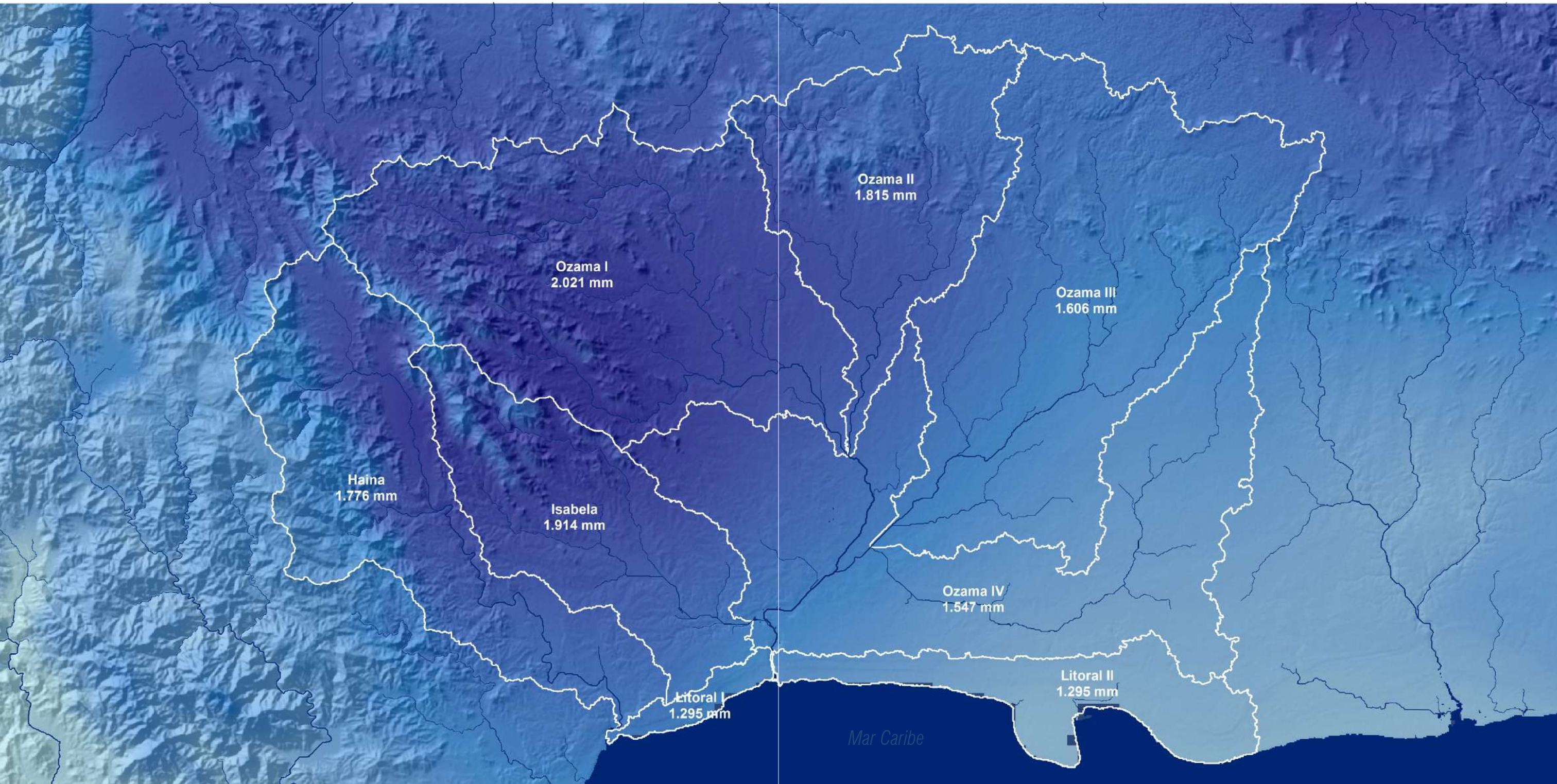
Zonas llanas y cercanas al mar: Ante el paso de un huracán, aparte de la intensidad de la precipitación y su inundación por falta de escurrimiento, la presión isobárica puede descender bruscamente haciendo que el nivel del mar ascienda de forma súbita a niveles inesperados, agravando de esta manera las inundaciones en estas zonas.

Sabiendo que la inundaciones son un factor territorial de gran riesgo, se considera que el conocimiento detallado de las cuencas, así como su morfología y la precipitación media anual que recibe cada una de ellas, son informaciones de gran interés para prevenir futuros desastres. Esta información se complementa con la detección de zonas urbanas actualmente en riesgo considerando niveles de inundación del pasado reciente, zonas de especial atención y, si fuera necesario, actuación.



Fuente: Leapfrog

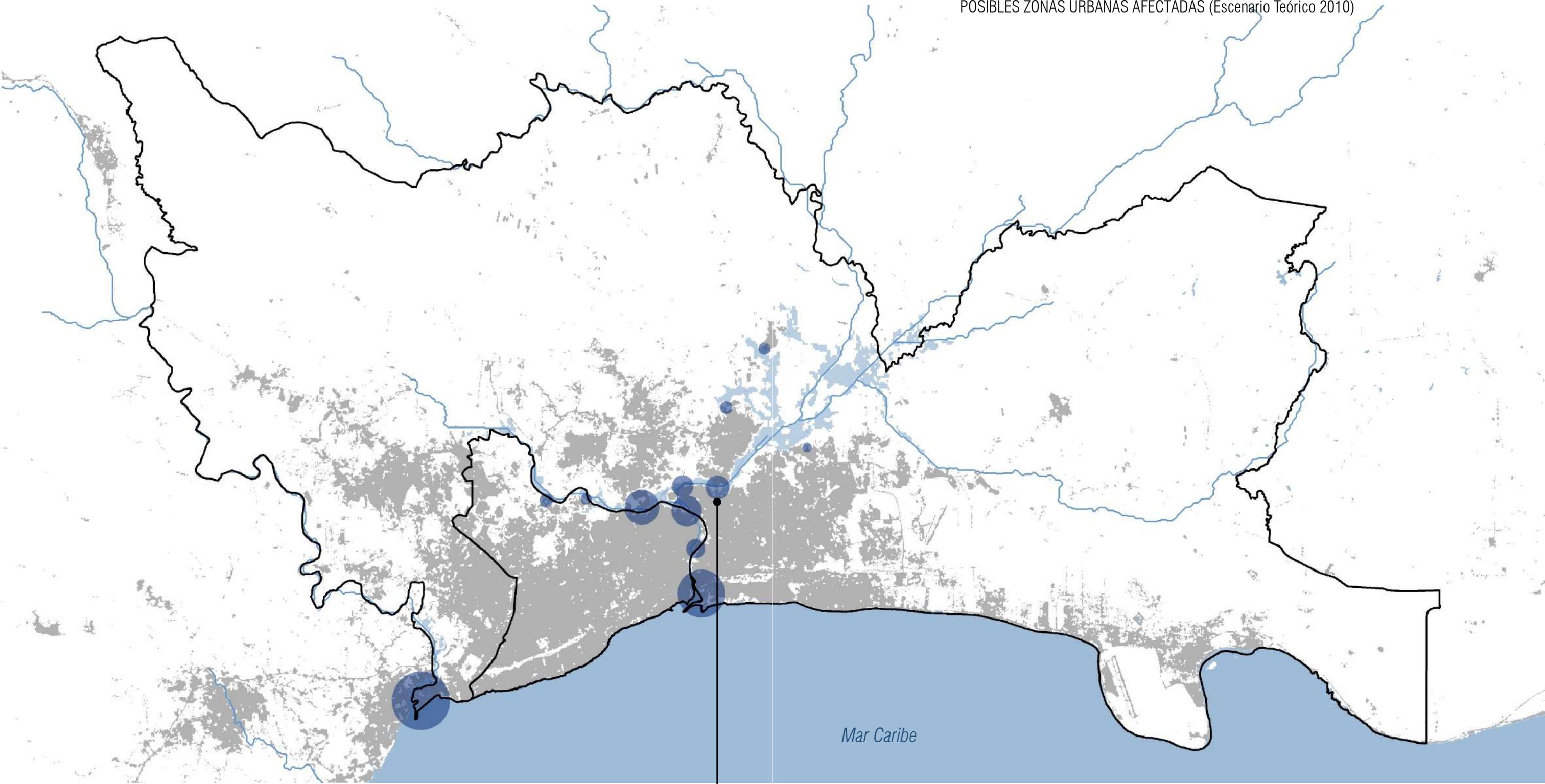
REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA



Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

POSIBLES ZONAS URBANAS AFECTADAS (Escenario Teórico 2010)

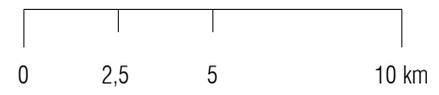


Mar Caribe

Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

La Barquita



RESULTADOS

La obtención de las cuencas hidrográficas, permite contar con la unidad espacial básica más importante para el estudio de la función ambiental de los recursos naturales y sus dinámicas, con fines de conservación y manejo. Se delimita por los escurrimientos superficiales que convergen a un mismo cauce. La adopción de esta unidad físico-territorial permite la planificación y gestión del recurso hídrico con una visión totalmente integral, es decir, como una unidad paisajística.

En Santo Domingo confluyen dos ríos caudalosos cuyas cabeceras montañosas reciben grandes cantidades de agua pluvial con máximos que superan los 2.000 mm de precipitación media anual. El Ozama, el más importante, cuya cuenca abarca más de 3.000 km² y con una longitud de más de 120 km es el río más largo y más caudaloso de la zona. En cabecera este río presenta un gradiente altimétrico de unos 10 metros de altura por cada kilómetro de río, por tanto, un tramo de río rápido, el cual se suaviza en la llanura a valores de hasta 4 metros por kilómetro recorrido. El Río Isabela, afluente del Ozama, tiene la particular característica de ser más pequeño, unos 400 km² de área de cuenca y corto, unos 50 km, por lo que lo hace más rápido ya que el gradiente altimétrico es de 18 metros de altura por cada km de longitud de río.

El Río Haina situado al Oeste de Santo Domingo, es un río aún más rápido llegando a los 19m altura/km, casi doblando el gradiente altimétrico de la del Río Ozama. El Haina también casi dobla en altura su cabecera siendo de unos 1400 metros de altura la zona más alta de su cuenca.

En el litoral hay una multitud de cuencas pequeñas o barrancas en las que, según su localización, podríamos diferenciar dos tipos. Al Este del Río Ozama las cuencas tienen una pendiente suave y los cauces son cortos, con una longitud de hasta unos 20 km. Y al Oeste del Río Ozama, las cuencas litorales son más pequeñas y cortas pero con mayor gradiente altimétrico llegando a valores considerables de 22 metros de altura por cada kilómetro, estos datos nos muestran que se caracteriza por ser un tipo de costa más abrupta.

El paisaje orográfico de Santo Domingo está claramente diferenciado por un sistema montañoso en la zona occidental y una gran planicie en la zona oriental. La misma ciudad de Santo Domingo crece alrededor de dos grandes cuencas fluviales que se unen en el centro, el Ozama y la Isabela. Asimismo el río Haina también ha experimentado un crecimiento urbano alrededor de su cuenca en especial en la zona de la desembocadura. Por tanto tenemos unas zonas montañosas donde el comportamiento de los ríos son rápidos, peligrosos y con gran aporte de material pesado mientras que por otro lado zonas planas donde la acumulación de agua debido a una escorrentía más lenta podría dar lugar a extensas inundaciones

La presión demográfica de la ciudad y sus alrededores con el tiempo ha llevado a establecer asentamientos irregulares en las cuencas de los ríos y en las desembocaduras, convirtiendo este hecho en un riesgo que puede comportar ante un fuerte temporal pérdidas humanas y materiales.

El mapa 3.1.3. Riesgo de inundación muestra estas zonas más vulnerables de recibir un fuerte impacto en caso de meteorología adversa, en un escenario teórico. En este caso se marcan en forma de círculo azul las zonas urbanas que quedarían afectadas en el supuesto caso que el nivel del río se elevase hasta el nivel de 5m sobre el nivel del mar, nivel que ya ha sido experimentado anteriormente durante el paso de un huracán George. Por tanto zonas que deberían recibir especial atención por su riesgo, estudios en detalle, así como políticas urbanas que protejan estas zonas peligrosas y facilitar el flujo de agua en el cauce.

RÍOS Y CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Nombre	CUENCAS				RÍOS	
	Área	Perímetro	Precipitación Media Anual	Altura Máxima Cuenca	Longitud de Río	Gradiente Altimétrico
Unidades	km ²	km	mm	m	km	m alt. / 1km
Ozama	3.027	457	1.732	911	124	7
Ozama I	839	227	2.021	911	92	10
Ozama II	448	191	1.814	490	90	8
Ozama III	889	279	1.606	454	103	6
Ozama IV	851	407	1.547	321	124	4
Isabela	405	156	1.914	865	49	18
Haina	553	211	1.776	1.483	78	19
Litoral I	35	53	1.295	66	3	22
Litoral II	208	163	1.295	55	21	3



III.
Sistemas

NATURAL / FORESTAL

ANÁLISIS

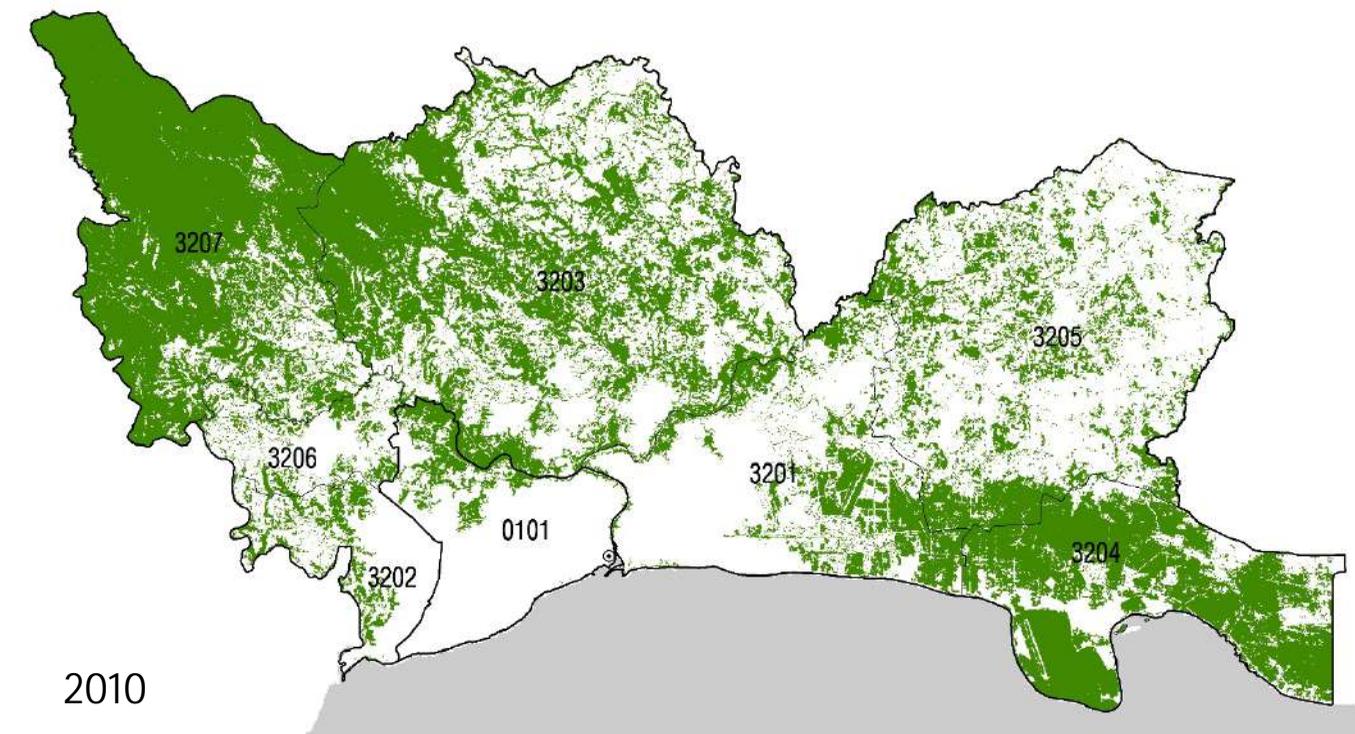
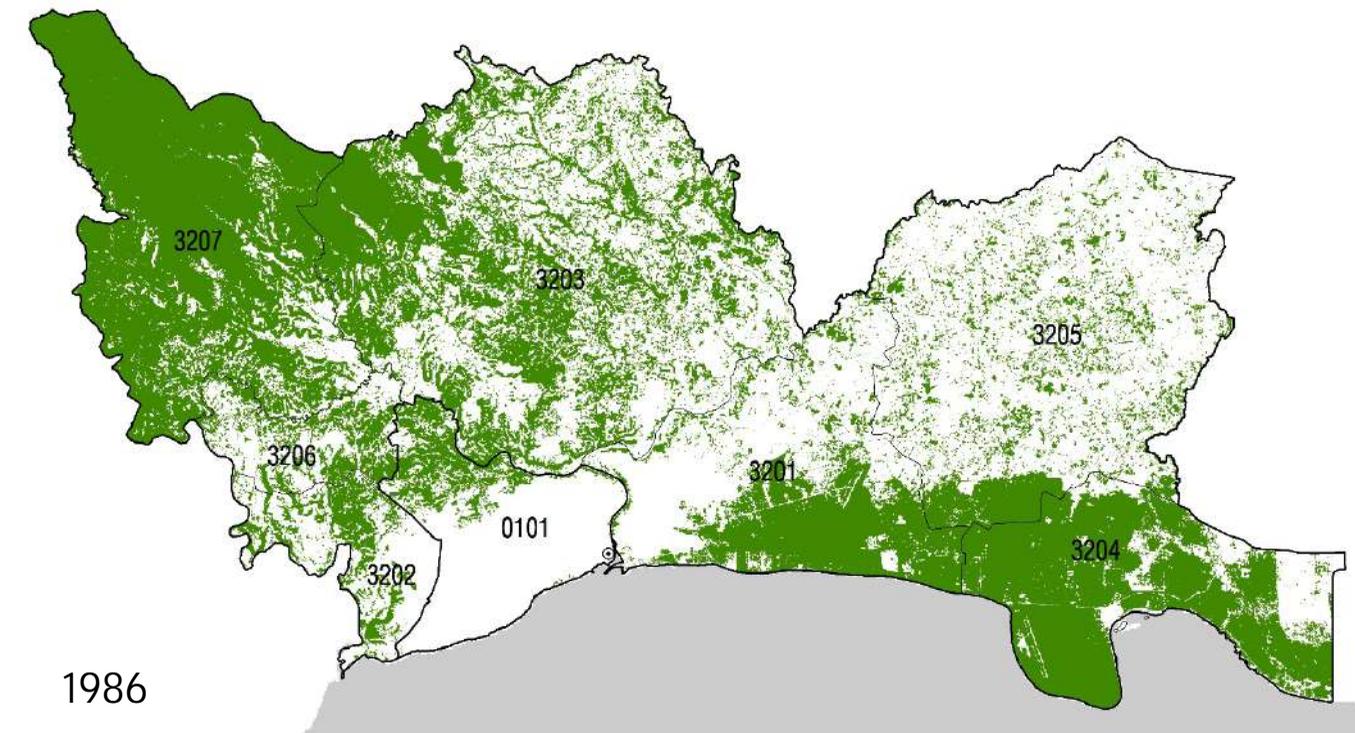
El modelo de análisis del sistema forestal se basa en la relación entre 3 variables; la tasa de cambio, la fragmentación de la forma y la conectividad.

El análisis de los cambios entre el periodo de 1986 y 2010 a nivel de municipio, permite el cálculo de la tasa de cambio anual. Esta tasa ayuda a medir la velocidad de pérdida o ganancia de territorio forestal o natural, para entender el tipo de modelo que presenta el territorio. Los indicadores de clase, muestran dos dimensiones de la estructura física, que son la fragmentación y la conectividad. La fragmentación se reconoce a través de dos índices, el primero de fractalidad (FRAC_MN), es decir la forma de los parches, y el segundo que representa el número de subdivisiones que ocurren en la categoría (SPLIT). La conectividad se mide a través del índice de proximidad (PROX_MN), que depende de la distancia entre parches de una misma categoría, y el número de conexiones entre ellas (CONNECT).

COD ONE	MUNICIPIO	1986 km ²	2010 km ²	Δ T km ²	TCA
0101	SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	17,48	13,15	-4,33	-1,2%
3201	SANTO DOMINGO ESTE	68,52	44,91	-23,61	-1,7%
3202	SANTO DOMINGO OESTE	18,45	12,19	-6,26	-1,7%
3203	SANTO DOMINGO NORTE	175,97	184,09	8,12	0,2%
3204	BOCA CHICA	109,09	98,97	-10,12	-0,4%
3205	SAN ANTONIO DE GUERRA	53,98	73,52	19,54	1,3%
3206	LOS ALCARRIZOS	19,01	11,33	-7,68	-2,1%
3207	PEDRO BRAND	190,71	183,24	-7,47	-0,2%
Total		653,2	621,4	-31,8	-0,2%

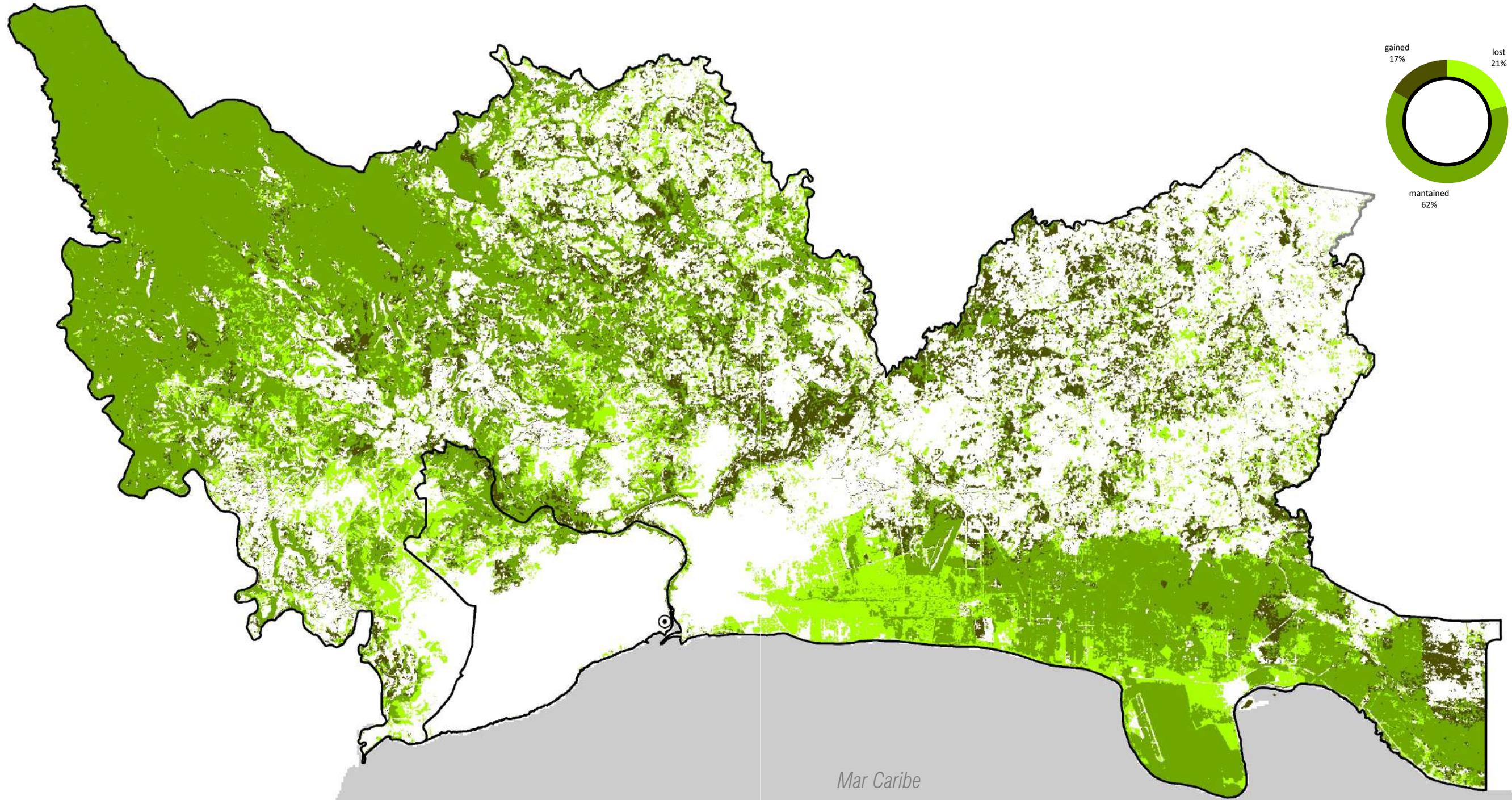
REGIÓN	FRAGMENTACIÓN			
	FRAC_MN		SPLIT	
	1986	2010	1986	2010
Total	1,0558	1,0540	40,65	48,85
Santo Domingo de Guzmán	1,0488	1,0540	135,07	502,25
Santo Domingo Este	1,0515	1,0522	33,49	296,13
Santo Domingo Oeste	1,0490	1,0542	202,96	988,80
Santo Domingo Norte	1,0589	1,0532	21,66	19,18
Boca Chica	1,0508	1,0481	5,54	9,95
San Antonio de Guerra	1,0583	1,0608	679,66	562,23
Los Alcarrizos	1,0612	1,0561	63,01	927,03
Pedro Brand	1,0489	1,0469	4,82	5,53

REGIÓN	CONECTIVIDAD			
	PROX_MN		CONNECT	
	1986	2010	1986	2010
Total	10.116,04	11.741,96	0,44	0,41
Santo Domingo de Guzmán	475,85	199,64	4,11	3,85
Santo Domingo Este	1.191,25	359,23	2,98	3,06
Santo Domingo Oeste	196,44	95,23	5,79	5,38
Santo Domingo Norte	7.738,34	9.374,66	1,73	1,37
Boca Chica	10.767,04	8.285,06	5,73	4,57
San Antonio de Guerra	36,39	141,43	1,40	1,50
Los Alcarrizos	418,08	38,87	9,67	8,01
Pedro Brand	25.663,12	21.411,36	9,02	6,11



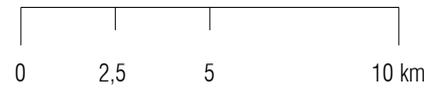
CAMBIOS

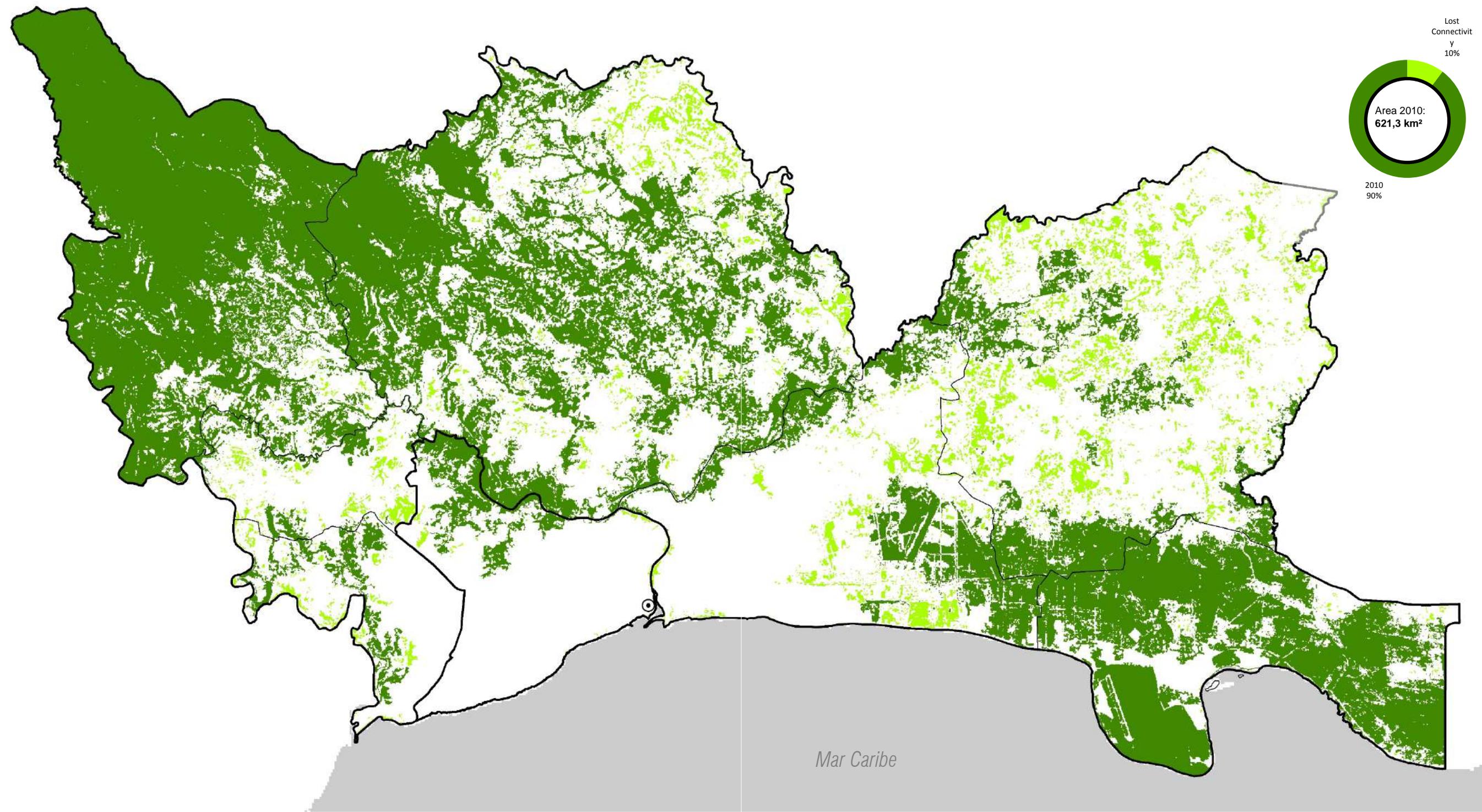
ÁREA PERDIDA / MANTENIDA / RECUPERADA



Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

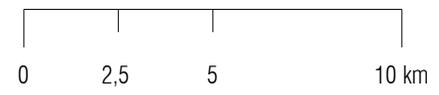




NOTA:
Este mapa deriva del cálculo del índice de proximidad (PROX) aplicado a cada parche y no deriva del valor promediado (MN) del sistema.

Fuente: Leapfrog

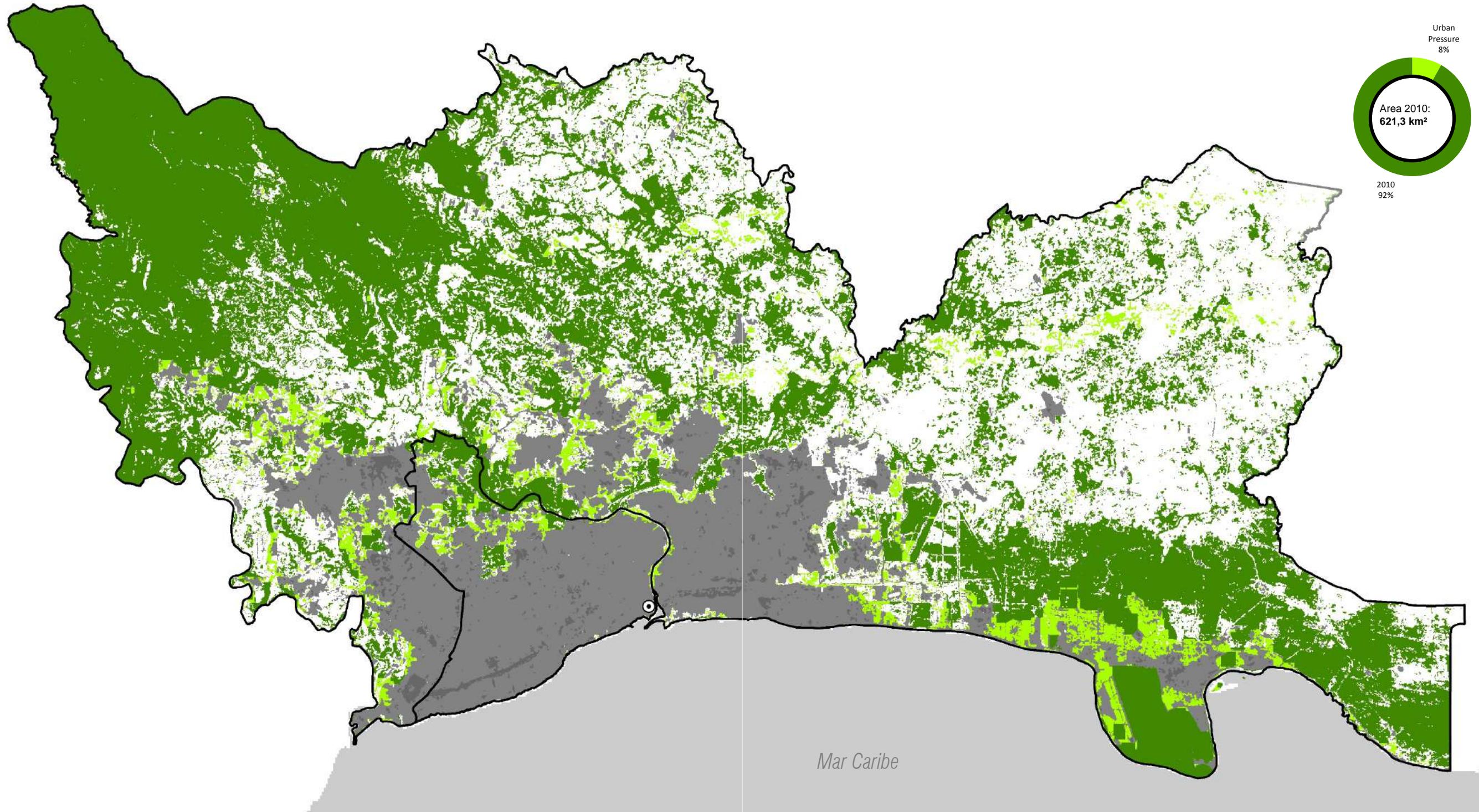
REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA



3.2.3

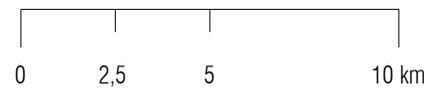
PRESIÓN 2010

PRESION URBANA SOBRE ÁREAS NATURALES / FORESTALES



Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA



RESULTADOS

El Sistema natural/forestal a menudo se ve amenazado por un desequilibrio causado por el crecimiento urbano sobre los sistemas de espacios verdes. Este fenómeno se vuelve preocupante en territorios particularmente sensibles a distintos aspectos, tal como, una gran presión económica, altas densidades de población, y falta de planeamiento.

El análisis de los datos tiene dos lecturas: una cuantitativa y otra, a través de los indicadores, cualitativa.

A nivel cuantitativo, el cambio en el sistema natural/ forestal para el periodo estudiado no ha sido significativo a nivel Regional. Sin embargo, si es patente un cambio en los municipios cercanos a zonas urbanas, especialmente en Santo Domingo Oeste, Santo Domingo Este y los Alcarrizos. Por otra parte, en los municipios que tienden a un carácter más agrícola, el cambio de modelo productivo, ha permitido que se recuperen algunos espacios naturales, así como el caso de San Antonio Guerra.

A nivel cualitativo, el conjunto del sistema verde ha perdido en términos de valor ecológico; se ha fragmentado más y se ha perdido conectividad. En cuanto a fragmentación, a pesar de que el cambio en la forma de los perfiles de los polígonos del Sistema natural no ha aumentado en complejidad, el índice de subdivisión refleja una mayor ruptura del conjunto en más partes, especialmente en los municipios de Santo Domingo Oeste, los Alcarrizos y San Antonio Guerra. En cuanto a la conectividad, el indicador de proximidad refleja que en la mayoría de los municipios la relación entre las partes se ha ido perdiendo, también debido a una disminución en términos de conectividad, y eso se destaca, por ejemplo, en el municipio de Pedro Brand. Esta pérdida generalizada de calidad requiere una atención para evitar la pérdida de los ecosistemas existentes.

El plano de los cambios (3.2.1) para el periodo refleja dos casos, el primer caso muestra una pérdida significativa de suelo natural en Santo Domingo Este, a causa del crecimiento urbano; y el segundo, una recuperación de suelo que coincide con el área inundable en el límite entre Santo Domingo Norte y Santo Domingo Este, a lo largo del río Ozama (ver plano 3.1.3).

En muchos casos la pérdida de calidad ambiental en el sistema, ha ocurrido debido al consumo de suelo por parte de la urbanización. Esta dinámica se dio, en parte, a causa de las características topográficas del territorio, ya que la mayoría de las zonas afectadas, se encuentran en suelos con pendientes menores al 20%. Es decir, el suelo natural que se quiere proteger de la presión urbana, no puede hacerlo apoyándose en límites naturales, sino que se requiere una acción administrativa para su gestión y protección.

An aerial photograph of an agricultural landscape. A river flows from the top left towards the bottom right. The land is divided into rectangular plots, some of which are planted with palm trees. The overall scene is in grayscale, with a dark overlay on the left side where the text is located.

III. Sistemas AGRÍCOLA

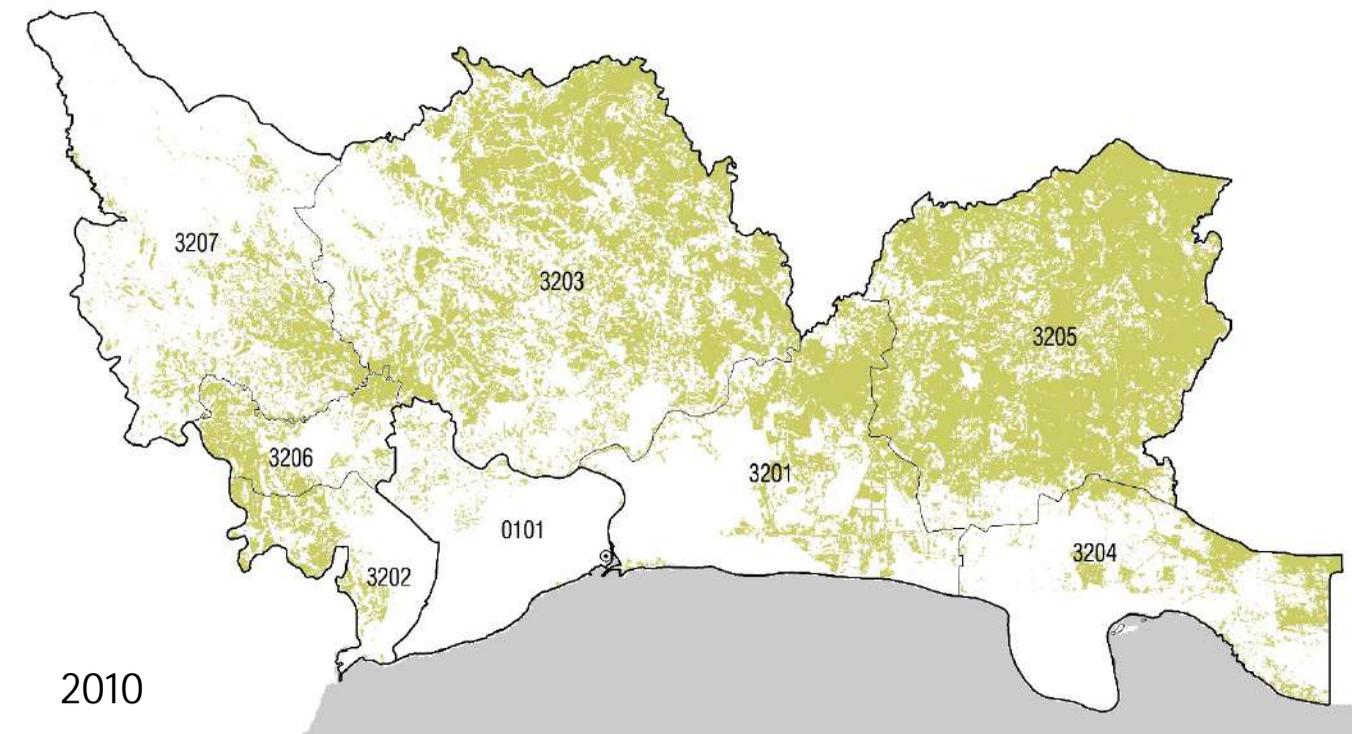
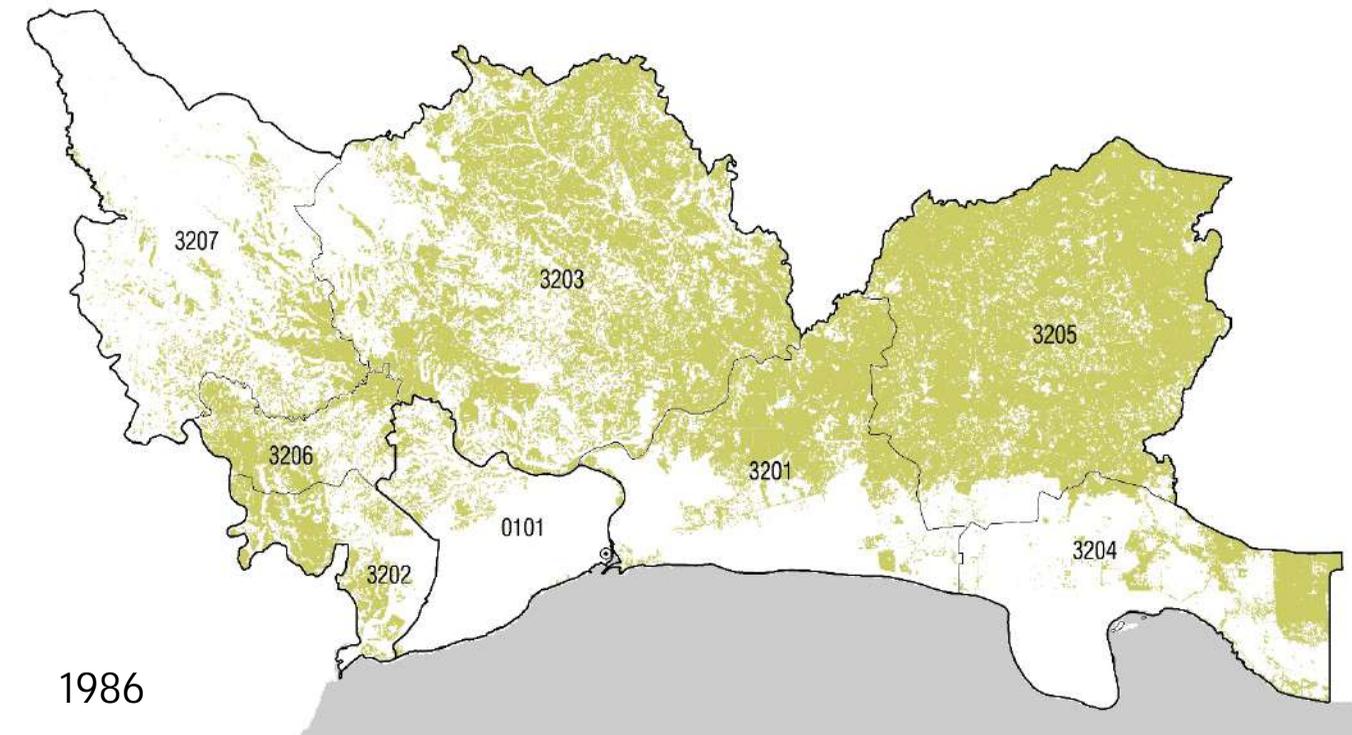
ANÁLISIS

El modelo de análisis del sistema agrícola se basa en la relación entre 3 variables; la tasa de pérdida o ganancia de suelo, la fragmentación de la forma y la relación espacial entre las zonas agrícolas.

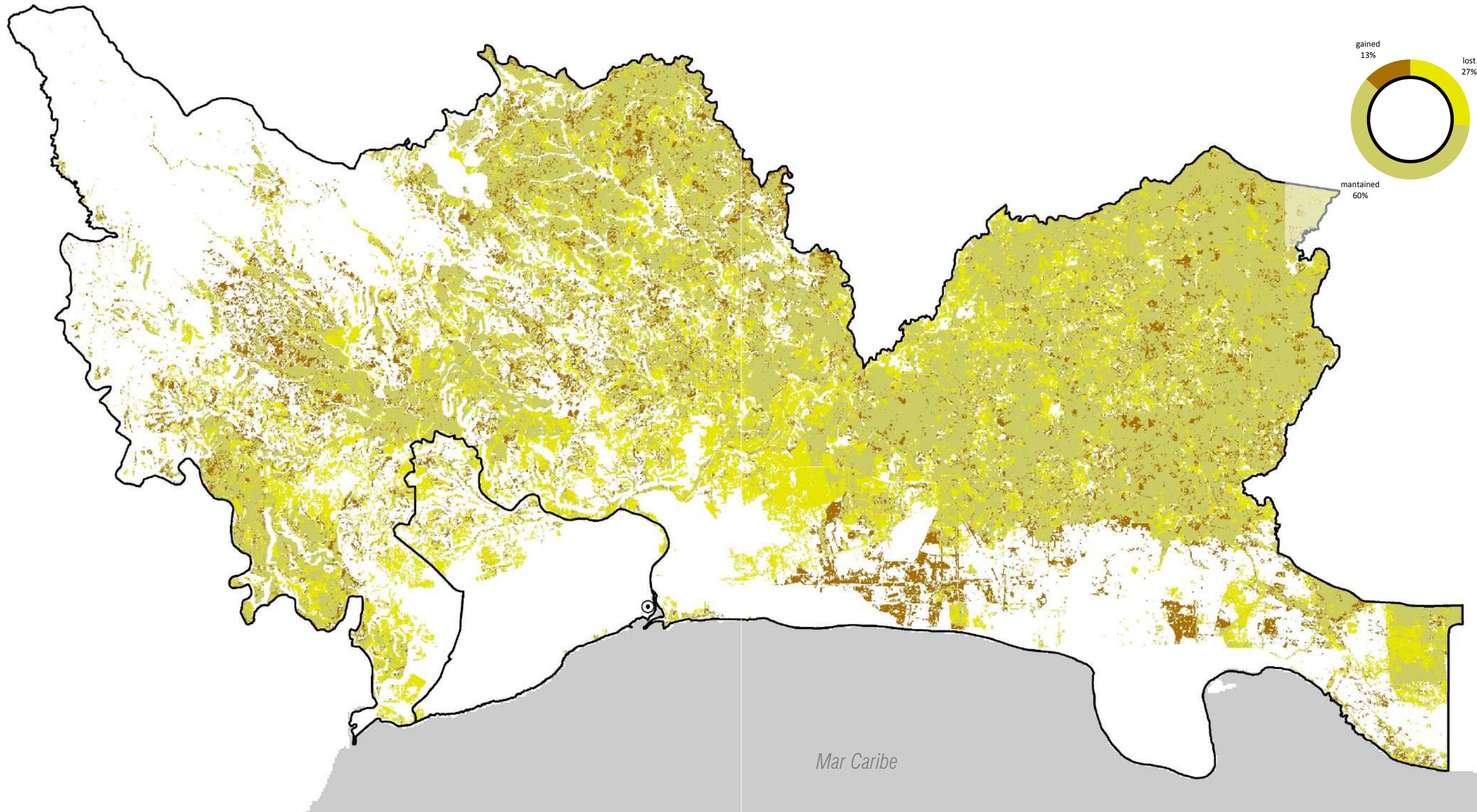
El análisis de los cambios entre el periodo de 1986 y 2010 a nivel de municipio, permite el cálculo de la tasa de cambio anual. Esta tasa ayuda a medir la velocidad de pérdida o ganancia de territorio agrícola, para entender el tipo de modelo productivo que presenta el territorio. Los indicadores de clase, muestran dos dimensiones de la estructura física, que son la fragmentación y la conectividad. La fragmentación se reconoce a través de dos índices, el primero de fractalidad (FRAC_MN), es decir la forma de los parches, y el segundo que representa el número de subdivisiones que ocurren en la categoría (SPLIT). La conectividad se mide a través del índice de proximidad (PROX_MN), que depende de la distancia entre parches de una misma categoría, y el número de conexiones entre ellas (CONNECT).

COD ONE	MUNICIPIO	1986 km ²	2010 km ²	Δ T km ²	TCA
0101	SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	8,76	3,39	-5,37	-3,9%
3201	SANTO DOMINGO ESTE	68,03	49,60	-18,43	-1,3%
3202	SANTO DOMINGO OESTE	22,53	13,92	-8,61	-2,0%
3203	SANTO DOMINGO NORTE	201,19	169,41	-31,78	-0,7%
3204	BOCA CHICA	28,76	24,57	-4,19	-0,7%
3205	SAN ANTONIO DE GUERRA	223,59	202,19	-21,40	-0,4%
3206	LOS ALCARRIZOS	23,34	16,96	-6,38	-1,3%
3207	PEDRO BRAND	30,23	32,58	2,35	0,3%
Total		606,4	512,6	-93,8	-0,7%

REGIÓN	FRAGMENTACIÓN				CONECTIVIDAD			
	FRAC_MN		SPLIT		PROX_MN		CONNECT	
	1986	2010	1986	2010	1986	2010	1986	2010
Total	1,0660	1,0647	35,88	51,67	10.756,23	10.012,70	0,59	0,48
Santo Domingo de Guzmán	1,0648	1,0674	6.930,59	76.494,57	21,18	7,56	4,11	5,08
Santo Domingo Este	1,0571	1,0630	28,25	57,95	2.840,13	2.215,85	5,01	2,97
Santo Domingo Oeste	1,0663	1,0667	137,51	185,08	233,82	218,33	7,90	7,71
Santo Domingo Norte	1,0667	1,0667	19,25	30,70	8.019,20	4.882,32	1,77	1,44
Boca Chica	1,0722	1,0625	261,60	678,35	373,19	162,46	4,29	4,30
San Antonio de Guerra	1,0566	1,0606	3,28	4,15	24.359,88	21.613,45	7,40	3,92
Los Alcarizos	1,0718	1,0708	25,18	59,89	684,60	330,24	11,03	9,34
Pedro Brand	1,0685	1,0621	1.403,53	902,42	103,49	257,98	2,50	2,40



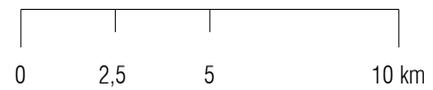
ÁREA pérdida / MANTENIDA / RECUPERADA

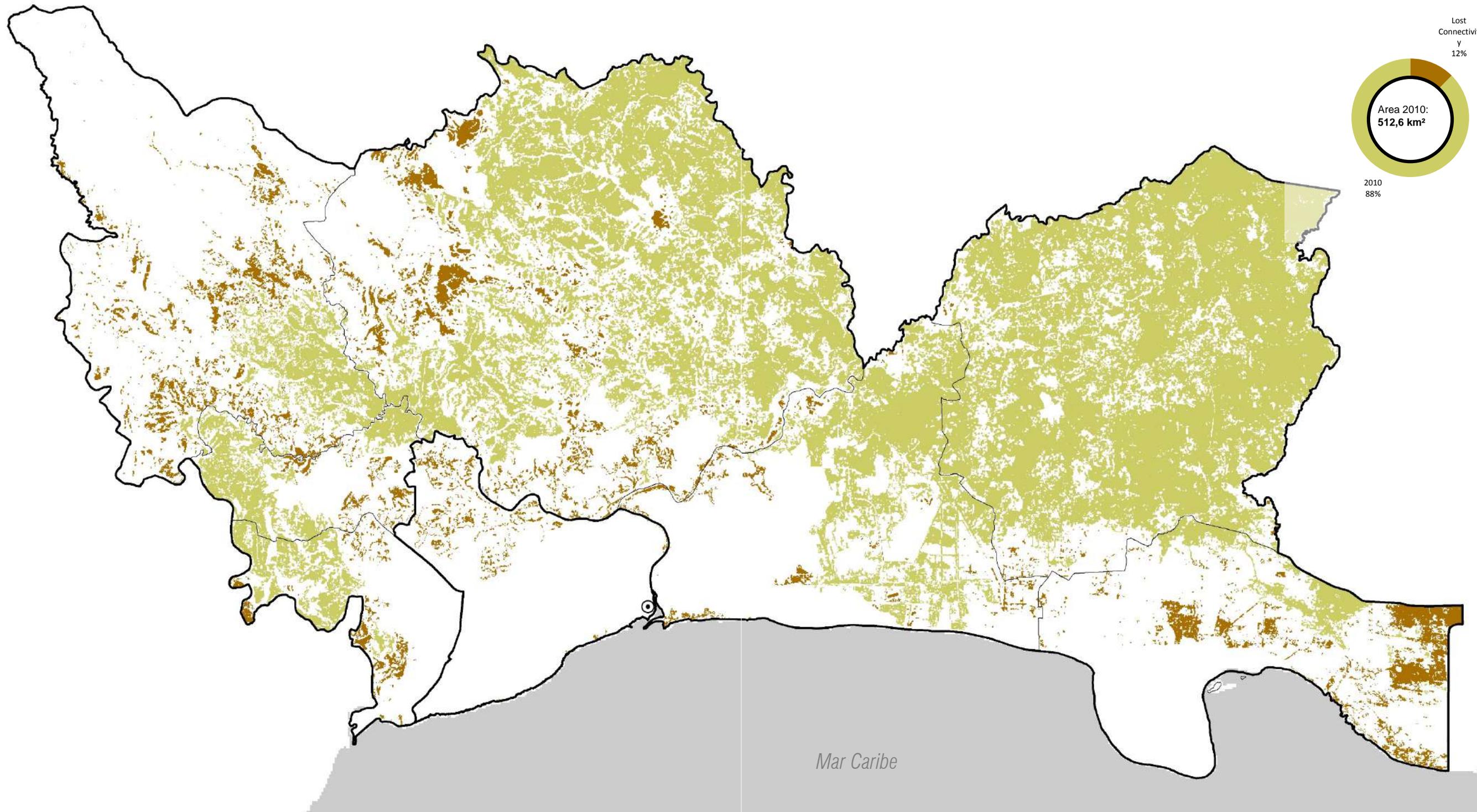


Mar Caribe

Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA





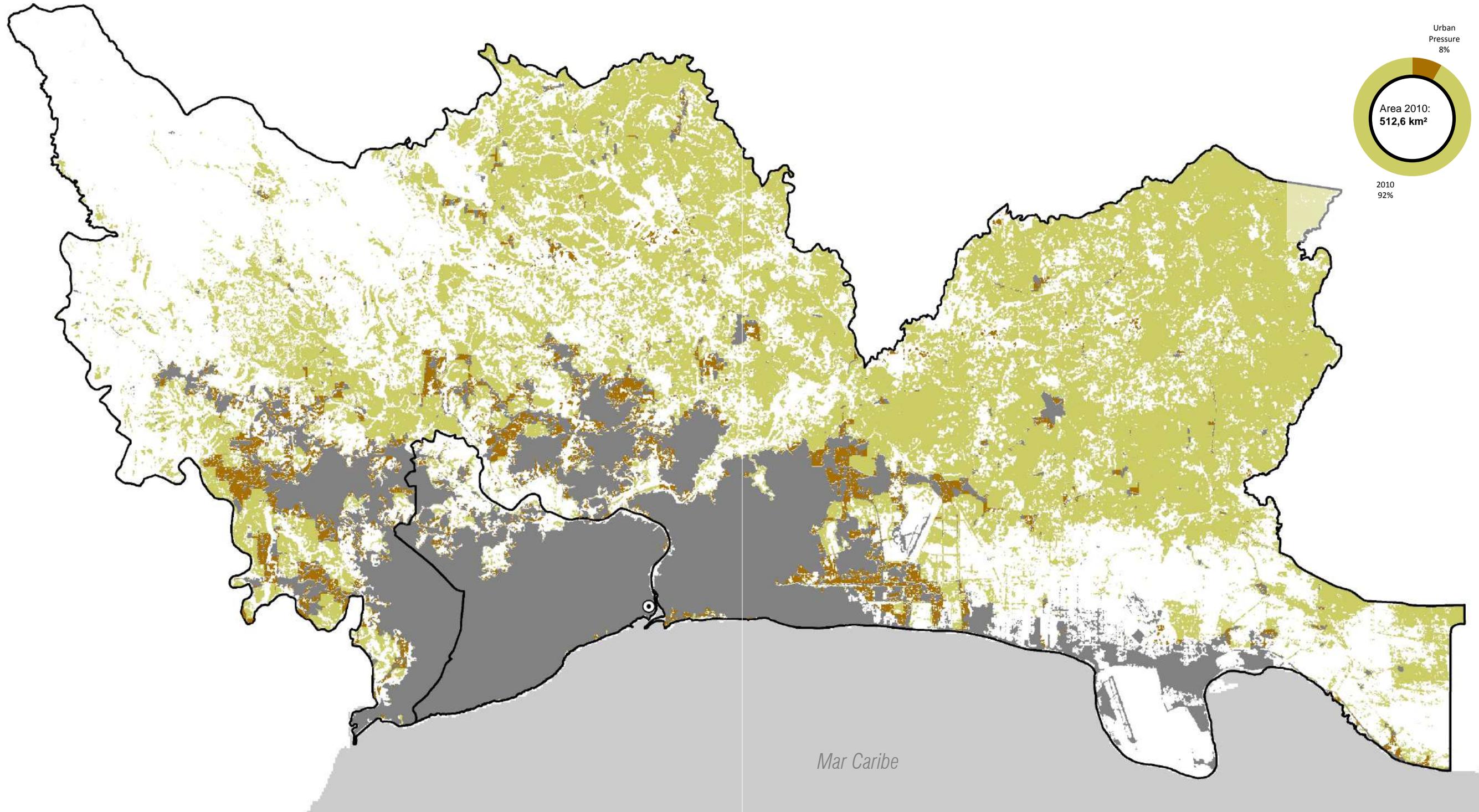
NOTA:
Este mapa deriva del cálculo del índice de proximidad (PROX) aplicado a cada parche y no deriva del valor promediado (MN) del sistema.

Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

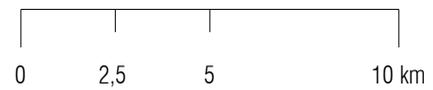
PRESIÓN

PRESIÓN URBANA SOBRE ÁREAS AGRÍCOLAS



Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA



RESULTADOS

A nivel cuantitativo, en el marco de la Región Metropolitana, el cambio en el sistema agrícola para el periodo estudiado indica que cada 10 años se pierde, alrededor de un 7% de superficie agrícola. Este fenómeno se ha dado en particular en los municipios de Santo Domingo de Guzmán y Santo Domingo Oeste, también destacando una tasa importante de pérdida de suelo agrícola en Santo Domingo Este y los Alcarrazos. Los municipios que mantienen un carácter productivo agrícola son San Antonio de Guerra, seguido de Santo Domingo Norte.

A nivel cualitativo, el tejido agrícola también sufrió una fragmentación en términos de ruptura del conjunto de sistema, en todos sus municipios, con excepción de Pedro Brand. En cuanto a la conectividad, el indicador de proximidad refleja que en la mayoría de los municipios la relación entre las partes se ha ido perdiendo, también debido a una disminución en términos del índice de conectividad, destacándose San Antonio Guerra, Santo Domingo Este y Los Alcarrazos.

El plano de los cambios (3.3.1) para el periodo refleja dos casos, el primer caso muestra una pérdida significativa de suelo agrícola en Santo Domingo Este, y el segundo, una transformación del suelo natural/forestal en suelo agrícola, ambas a causa del crecimiento urbano.

El cálculo del índice de proximidad (PROX_MN) aplicado a nivel parche, es decir, sin considerar el valor promedio del sistema, nos entrega una buena aproximación a lo que es el continuo del área agrícola, e identifica las zonas no significativas a nivel territorial para el desarrollo de una actividad.

Proteger y preservar aquellas zonas de alto nivel productivo agrícola a nivel territorial favorece un buen equilibrio dentro del sistema económico. El sistema agrícola recibe la presión constante del sistema urbano por dos principales razones, por una parte al ser un sistema productivo está constantemente vinculado a la actividad humana, y por otra, comparten suelo en áreas con pendientes menores al 20%. Estas dinámicas facilitan la internalización, por parte del sistema agrícola, de expectativas de desarrollo futuro, que a menudo se traducen en una transformación de suelo agrícola en urbano.



III

Sistemas

URBANO

ANÁLISIS

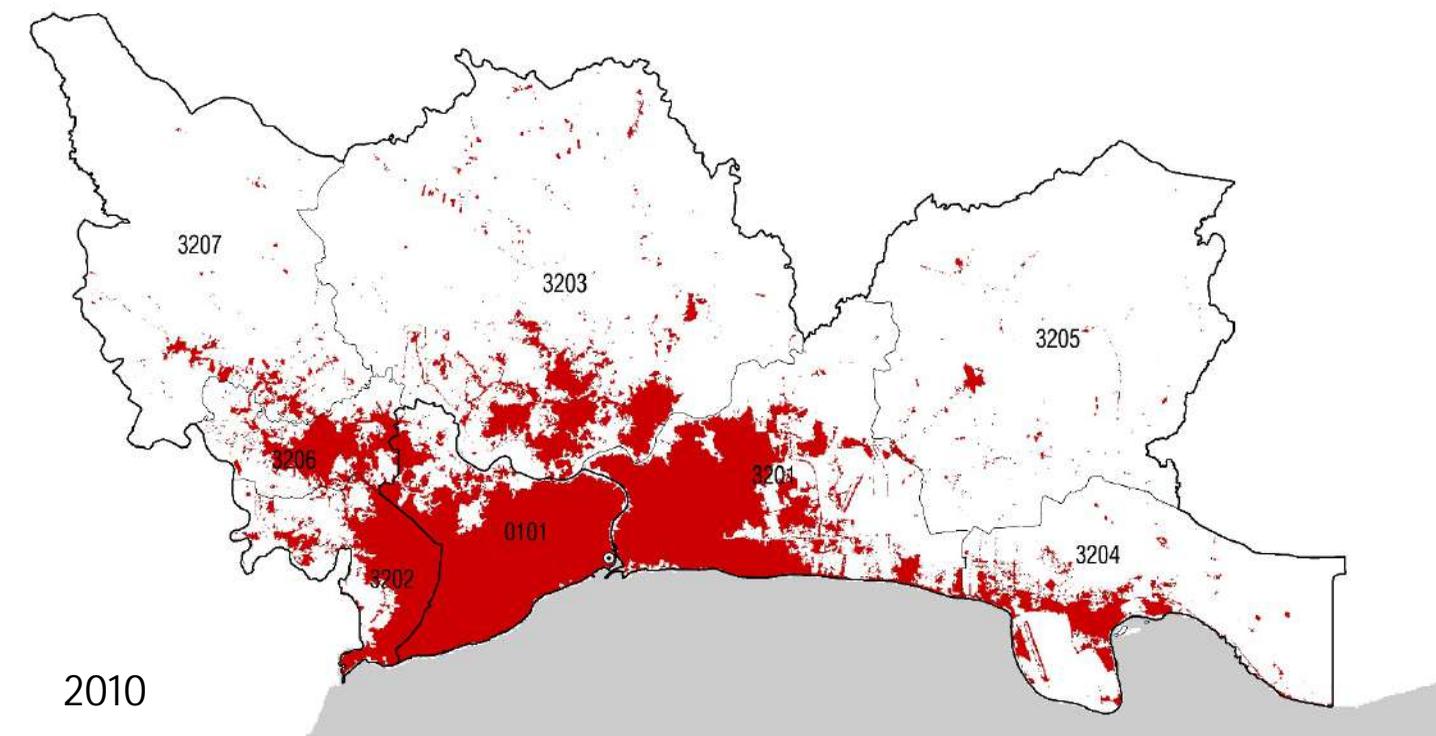
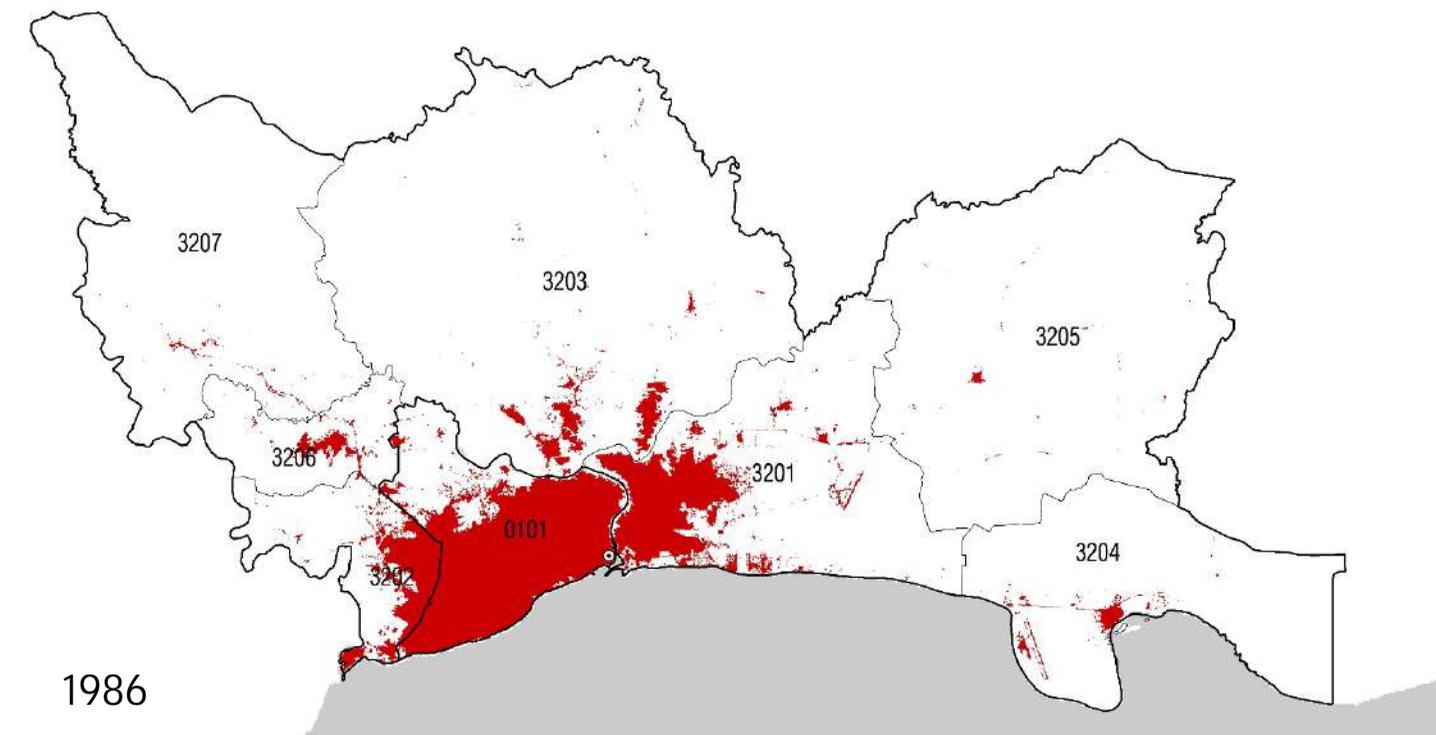
El modelo de análisis del sistema urbano se basa en la relación entre 3 variables; la densidad de población por superficie construida, la fragmentación de la forma urbana y la relación espacial entre los distintos asentamientos que componen la superficie artificializada.

El análisis de los cambios entre el periodo de 1986 y 2010 a nivel de municipio, permite el cálculo de la tasa de crecimiento anual. Esta tasa ayuda a plantear escenarios futuros de consumo de suelo urbano, que al relacionarlo con población permite conocer el modelo de crecimiento en base a densidades. Los indicadores de clase, muestran dos dimensiones de la estructura física, que son la fragmentación y la conectividad. La fragmentación se reconoce a través de dos índices, el primero de fractalidad (FRAC_MN), es decir la forma de los parches, y el segundo que representa el número de subdivisiones que ocurren en la categoría (SPLIT). La conectividad se mide a través del índice de proximidad (PROX_MN), que depende de la distancia entre parches de una misma categoría, y el número de conexiones entre ellas (CONNECT).

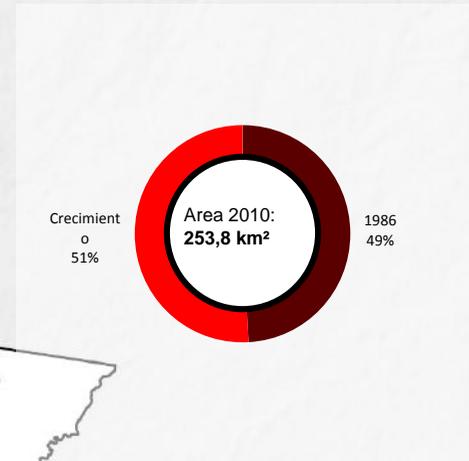
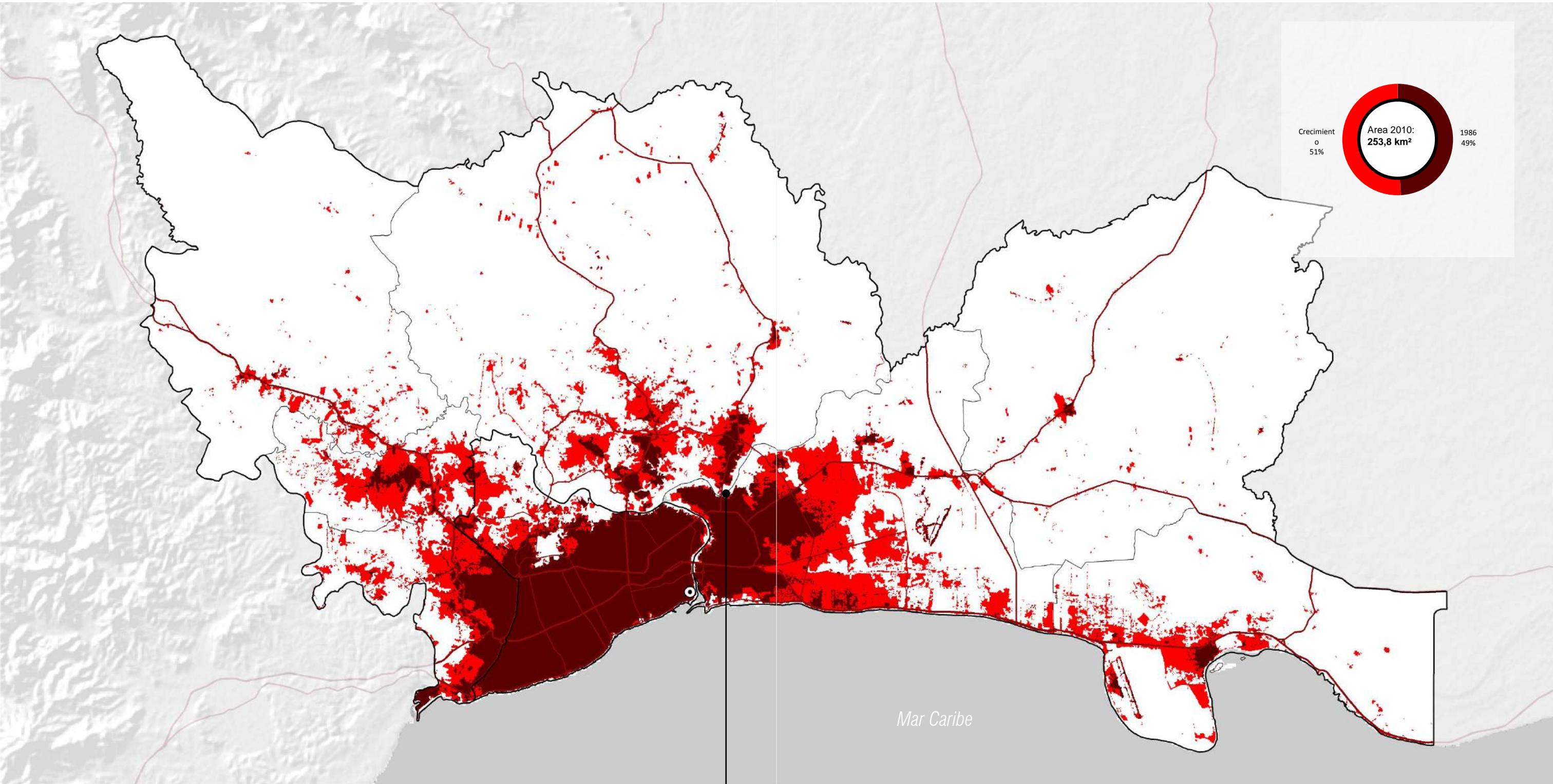
COD ONE	MUNICIPIO	1986	2010	Δ T	TCA	Densidad Neta 2010
		km ²	km ²			
0101	SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	64,12	74,02	9,90	0,6%	13.038
3201	SANTO DOMINGO ESTE	31,17	74,27	43,10	3,7%	12.776
3202	SANTO DOMINGO OESTE	13,85	28,98	15,13	3,1%	12.538
3203	SANTO DOMINGO NORTE	8,59	33,07	24,48	5,8%	16.008
3204	BOCA CHICA	2,66	17,44	14,78	8,2%	8.144
3205	SAN ANTONIO DE GUERRA	0,53	2,89	2,36	7,3%	15.222
3206	LOS ALCARRIZOS	3,03	17,20	14,17	7,5%	15.855
3207	PEDRO BRAND	0,71	5,90	5,19	9,2%	12.545
Total		124,7	253,8	129,1	3,0%	

REGIÓN	FRAGMENTACIÓN			
	FRAC_MN		SPLIT	
	1986	2010	1986	2010
Santo Domingo de Guzmán	1,0471	1,0370	12,00	7,75
Santo Domingo Este	1,0458	1,0462	223,01	34,36
Santo Domingo Oeste	1,0516	1,0533	177,46	31,36
Santo Domingo Norte	1,0425	1,0505	22.170,78	675,14
Boca Chica	1,0498	1,0509	46.020,64	666,36
San Antonio de Guerra	1,0313	1,0455	1.774.672,55	162.637,68
Los Alcarizos	1,0458	1,0470	1.319,44	29,63
Pedro Brand	1,0459	1,0484	7.113.552,24	60.354,32

REGIÓN	CONECTIVIDAD			
	PROX_MN		CONNECT	
	1986	2010	1986	2010
Santo Domingo de Guzmán	1.750,49	2.260,85	1,15	0,74
Santo Domingo Este	5.252,16	5.939,27	7,67	10,13
Santo Domingo Oeste	1.184,39	2.122,06	4,63	4,88
Santo Domingo Norte	392,55	845,91	10,70	8,28
Boca Chica	99,73	927,15	5,78	2,18
San Antonio de Guerra	37,65	369,81	10,45	5,84
Los Alcarizos	2,46	5,93	4,48	3,28
Pedro Brand	129,68	748,59	13,24	12,12
Total	4,20	34,10	14,16	5,80



1986/ 2010

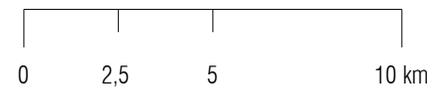


Mar Caribe

La Barquita

Fuente: Leapfrog

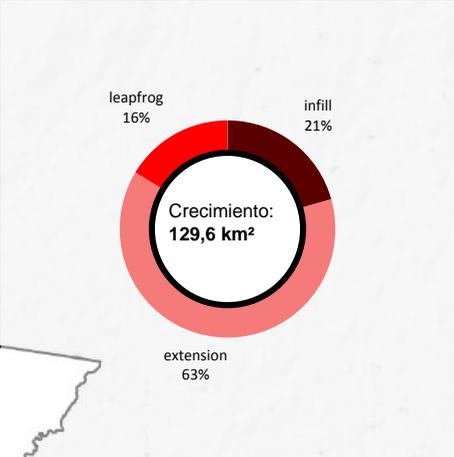
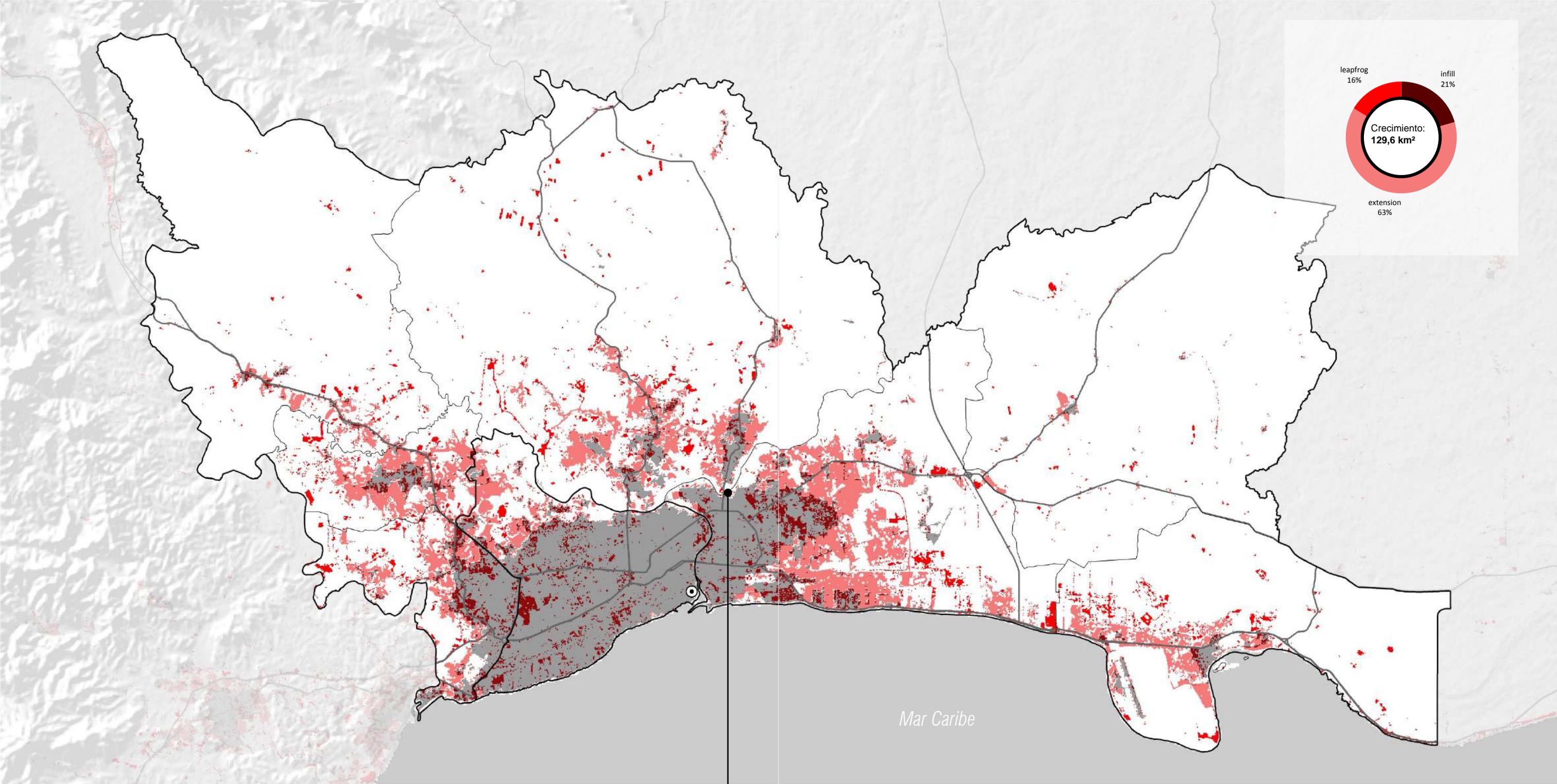
REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA



3.4.2

CRECIMIENTO (1986-2010)

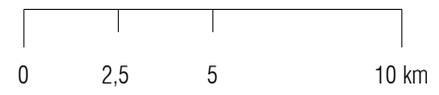
RELLENO / EXTENSION / SALTO DE RANA



Fuente: Leapfrog

REGIÓN OZAMA O METROPOLITANA

La Barquita



RESULTADOS

Uno de los objetivos en el sistema urbano es analizar las consecuencias, espaciales y ambientales, de la rápida y, en muchos casos, descontrolada expansión urbana, en detrimento de zonas rurales alrededor de grandes aglomeraciones metropolitanas. Un núcleo urbano muy atractivo, a menudo genera unas fuerzas centrifugas muy importantes que mueven la población desde el centro hacia los espacios más periféricos. Esto hace que, por motivos geográficos o de planeamiento, por ejemplo, toda la demanda residencial y de trabajo ya no pueda ser contenida en los anillos más cercanos al núcleo central, tendiendo entonces a alejarse siempre más. Dependiendo de cómo la nueva oferta de asentamientos residenciales o industriales, se vaya distribuyendo en estos espacios alrededor del núcleo central, se generan modelos de ocupación del suelo más o menos sostenibles.

La difusión de tejidos urbanos de baja densidad fuera de la zona urbana “compacta”, en muchos casos, ha vaciado de contenidos esta clasificación dicotómica del territorio en zonas urbanas y rurales, ya que el territorio rural ha sido invadido y contaminado por múltiples asentamientos destinados principalmente al uso residencial no agrícola. Los límites entre ciudad y campo, tienden a ser siempre más difuminados y ya no se puede leer el territorio, a la escala regional, como un sistema dual urbano-rural, si no que unitario.

A nivel cuantitativo, en el marco de la Región Metropolitana, el cambio en el sistema urbano para el periodo estudiado indica que cada 10 años la ciudad crece alrededor de un 30%, es decir, demanda en torno a 60 km² de suelo, con una densidad neta promedio que al año 2010 es de unas 13.000 personas por km² (37 viviendas/ha). Los municipios que absorben más esta presión urbana, durante las últimas dos décadas, son Santo Domingo Este y Norte. En cambio a nivel de velocidad de crecimiento, los valores más altos en la tasa de crecimiento anual, son los municipios de Pedro Brand y Boca Chica. El desarrollo urbano en el municipio de Boca Chica, además presenta un modelo distinto al modelo metropolitano central, con una densidad neta cerca de 8.000 personas por km² (23 viviendas /ha).

A nivel cualitativo, se destaca, de acuerdo con las dinámicas de metropolización, que en esta fase de crecimiento (que se reconoce como una tercera fase de desarrollo urbano) la ciudad, después haber pasado por un proceso de fragmentación del tejido a nivel territorial (segunda fase) absorbe y agrupa en una misma entidad varios asentamientos urbanos. Esta dinámica se puede leer a través de los indicadores, en donde se ve que aunque el número de subdivisiones (SPLIT) ha disminuido, los valores que aumentan son los de la complejidad del perfil morfológico (FRACC_MN) del conjunto metropolitano; y por otro lado, los indicadores de proximidad y conectividad también aumentan demostrando coherencia con este sistema.

El crecimiento de la zona urbana se ha realizado en su mayoría en un proceso de continuidad con lo existente. En el Distrito Nacional se destaca un proceso de densificación. Mientras que hacia la zona de Boca chica el cambio en el modelo favorece crecimientos aislados, que se conoce como “salto de rana”.

RECOMENDACIONES ENTREGA DIGITAL

RECOMENDACIONES

La Barquita es un barrio de vivienda informal, localizada en el Municipio de Santo Domingo Este, al margen del Río Ozama que marca el límite con Santo Domingo Norte. Estos dos municipios son los que más han absorbido la presión urbanizadora en las últimas dos décadas, con una demanda de suelo anual entre 150 y 170 ha respectivamente, además en comparación con Santo Domingo Norte, Santo Domingo Este ha tenido un desarrollo basado en un modelo de baja densidad, manteniendo un crecimiento en torno a 36 viviendas por hectárea (contra las 46 viv/ha de Santo Domingo Norte). Al ser un área colindante al Río Ozama, esta ubicación, es una de las zonas más sensibles en presentar un riesgo de inundabilidad. Esto requiere una urgente intervención en generar e identificar unos límites que acoten estas áreas. Una visión local resulta insuficiente para comprender y plantear un proyecto territorial que ofrezca soluciones a la recuperación de esta zona y mejora en la calidad de vida para los ciudadanos.

A través de este informe territorial se quieren dar respuestas y sugerencias dirigidas a estas mejoras no solo a nivel local sino también que tenga impacto a nivel Regional, es se puede lograr a través de algunas acciones concretas tales como:

Fortalecer políticas para mantener en buen estado los cauces de los ríos tanto de escombros como de posibles asentamientos irregulares y mantener los bosques de ribera que ayudan a fijar el suelo y retener el agua de forma natural.

Reubicar las zonas con riesgo en zonas de nuevo desarrollo buscando, donde sea posible, una recuperación en zonas ya afectadas por el entono construido y apostando en un crecimiento de mayor densidad, usos mixtos con una estructura compacta.

Proteger todas aquellas zonas próximas a los entornos urbanos, que presentan valor paisajístico – ecológico de mayor fragilidad, tanto en zonas facilitadas por características topográficas (pendientes mayores al 20%) como en aquellas zonas tendencialmente afectadas por un potencial desarrollo urbano. Propiciar el mantenimiento, o donde sea posible, una recuperación de la conectividad ecológica dentro del sistema de áreas verdes, para evitar fenómenos de aislamientos y/o fragmentación de espacios naturales y ecosistemas.

Mantener y favorecer el uso agrícola / productivo para equilibrar el desarrollo económico regional, protegiendo aquellos usos más débiles dentro del conjunto de sectores productivos. Evitar la excesiva mezcla entre los suelos agrícolas y urbanos, para mantener una lectura clara del territorio antropizado, entendido como un sistema dual urbano - rural, y evitar entonces que los límites se vaya difuminando, cada vez más, entre la ciudad y el campo.

Identificar zonas estratégicas de desarrollo urbano supone la posibilidad de prever un área de reserva urbana a largo plazo, para de ahí reforzar el carácter ecológico / agrícola de todas aquellas áreas fuera del potencial urbano planteado. Manteniendo la tasa obtenida en el periodo 2002 - 2010, se requiere un área de extensión urbana a 10 años entorno a los 60 km². Por otro lado sería razonable pensar en un área de reserva urbana en un escenario a 30 años, que no supere los 200 km², teniendo en cuenta aquellas pautas de desarrollo sostenible antes mencionadas.

Fortalecer los instrumentos urbanísticos reguladores en la escala territorial, para definir límites equilibrados entre los sistemas espaciales que componen la Región Metropolitana, para evitar zonas de desarrollo sin ley ni forma, sujetos a dinámicas especulativas.

ENTREGA DIGITAL

El contenido de los archivos para cada mapa se describen a continuación, en proyección UTM 19N Datum WGS84, y son válidos para una escala de trabajo 1:200.000:

I_basic_information

11_dtm

Modelo Digital del Terreno

Subcarpetas: admin
streams
dtm

dtm30m.asc	modelo digital de 30m SRTM versión 4
aspect	orientación
hillshade	sombras
slope	pendiente en grados

12_terrunits

División Administrativa

Subcarpeta: admin

0_Catedral.shp	ubicación de la catedral. Centro Urbano
0_La_Barquita.shp	ubicación de La Barquita
1_provincias.shp	Límites provinciales de la zona de estudio
2_municipios.shp	Límites municipales
3_secciones.shp	Límites de secciones
lprg_40x80km.shp	Límite de la zona de estudio

13_population

POBLACIÓN

Subcarpeta: admin

14_roadnetwork

Redes de carretera

Subcarpetas: admin
streams
carreteras.shp

carreteras, 3 niveles optimizada a partir de Cloudmade Maps

II_classification

21_1986_rgb

Imagen Landsat 1986 color natural

Subcarpetas: admin
1986_RGB.hdr

imagen 30 m/pixel

22_2010_rgb

Imagen Landsat 2010 color natural

Subcarpetas: admin
2010_RGB.hdr

imagen 30 m/pixel

23_1986_classlv1

Imagen de Coberturas de Suelo 1986, 4 categorías

Subcarpetas: admin
1986_Level1.hdr

clasificación raster 30m/pix

1986_lv1_mun.shp

clasificación vectorial a nivel municipal

1986_lv1_region.shp

clasificación vectorial a nivel regional

24_2010_classlv1

Imagen de Coberturas de Suelo 1986, 4 categorías

Subcarpetas: admin
2010_Level1.hdr

clasificación raster 30m/pix

2010_lv1_mun.shp

clasificación vectorial a nivel municipal

2010_lv1_region.shp

clasificación vectorial a nivel regional

25_1986_classlv1

Imagen de Coberturas de Suelo 1986, 24 categorías

Subcarpetas: admin
1986_LevelIII.hdr

clasificación raster 30m/pix

1986_lv2_region.shp

clasificación vectorial a nivel regional

26_2010_classlv1

Imagen de Coberturas de Suelo 1986, 24 categorías

Subcarpetas: admin
2010_LevelIII.hdr

clasificación raster 30m/pix

2010_lv2_region.shp

clasificación vectorial a nivel regional

III_systems

31_water

310

Análisis del sistema hídrico

1986_400.shp	sistema hídrico vectorial
2010_400.shp	sistema hídrico vectorial

311_basins

Cuencas

basins_lprfg.shp	cálculo de cuencas leapfrog
dr_basins.shp	cuencas RD USGS

312_rainfall

Precipitación media

rainfall	precipitación raster
----------	----------------------

313_risk

Riesgo de inundabilidad

converted_graphics.shp	zonas de riesgo
clasificacion_4Cat_2010.shp	sistema urbano 2010

32_natural_forest

320

Análisis del sistema natural

1986_300.shp	sistema natural vectorial
2010_300.shp	sistema natural vectorial

321_changes

Cambios

1986_300.shp	sistema natural vectorial
2010_300.shp	sistema natural vectorial
intersection 1986 2010.shp	área natural que se mantiene en el periodo
symmdiff 1986 2010.shp	área natural que se pierde o se gana en el periodo

322_connectivity

Conectividad

2010_noconnectivity.shp	areas naturales no conectadas
2010_patchprox300.shp	índice de proximidad (PROX) fragstats

323_pressure

Presión urbana sobre sistema natural

2010_300.shp	sistema natural vectorial
aggregate500m.shp	zona de influencia de 500m del sistema urbano de 2010
urbanpressure300.shp	zonas naturales con presión urbana

33_agricultural

330

Análisis del sistema agrícola

1986_200.shp	sistema agrícola vectorial
2010_200.shp	sistema agrícola vectorial

331_changes

Cambios

1986_200.shp	sistema agrícola vectorial
2010_200.shp	sistema agrícola l vectorial
intersection 1986 2010.shp	área agrícola l que se mantiene en el periodo
symmdiff 1986 2010.shp	área agrícola que se pierde o se gana en el periodo

332_connectivity

Conectividad

2010_noconnectivity.shp	áreas agrícola no conectadas
2010_patchprox200.shp	índice de proximidad (PROX) fragstats

333_pressure

Presión urbana sobre sistema agrícola

2010_200.shp	sistema agrícola vectorial
aggregate500m.shp	zona de influencia de 500m del sistema urbano de 2010
urbanpressure200.shp	zonas agrícola con presión urbana

34_urbano

340

Análisis del sistema urbano

1986_100.shp	sistema urbano vectorial
2010_100.shp	sistema urbano vectorial

341_changes

Cambios

1986_100.shp	sistema urbano vectorial
2010_100.shp	sistema urbano vectorial

342_leapfrog

Crecimiento

1986_urbanfootprint.shp	huella urbana 1986
2010_extension.shp	crecimiento urbano entre 1986 y 2010 en continuidad con la huella urbana 1986
2010_extension_mun.shp	extension por municipios
2010_infill.shp	crecimiento urbano entre 1986 y 2010 dentro de la huella urbana 1986
2010_infill_mun.shp	crecimiento por municipios
2010_leapfrog.shp	crecimiento entre 1986 y 2010 sin continuidad con la huella urbana 1986
2010_leapfrog_mun.shp	crecimiento por municipios

BIBLIOGRAFIA

Anderson, J., Hardy, E., Roach, J., & Witmer, R. (1976). A Land Use And Land Cover Classification System For Use With Remote Sensor Data. United States Department of the Interior. Washington: United States Government Printing Office.

Angel, S. J. (2010). Atlas of Urban Expansion. Cambridge MA: Lincoln Institute of Land Policy.

Angel, S., Parent, J., Civco, D., & Blei, A. (2010). The Persistent Decline in Urban Densities: Global and Historical Evidence of 'Sprawl'. Lincoln Institute of Land Policy.

Angel, S., Parent, J., Civco, D., Blei, A., & Potere, D. (2010). A Planet of Cities: Urban Land Cover Estimates and Projections for All Countries, 2000-2050. Lincoln Institute of Land Policy.

Angel, S., Parent, J., Civco, L., & Blei, A. (2011). Making Room for a Planet of Cities. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy.
Angel, S., Sheppard, S., Civco, D., Chabaeva, A., Gitlin, L., Kraley, A., . . . Buckley, R. (2005). The dynamics of global urban expansion. The World Bank, Transport and Urban Development Department, Washington, DC.

Anji Reddy, M. (2008). Remote Sensing and Geographical Information Systems. Hyderabad: BS Publications.

Arino, O., Kalogirou, V., Perez, J., Bontemps, S., Defourny, P., & Van Bogaert, E. (2011). GLOBCOVER 2009. Products Description and Validation Report. European Space Agency & Université Catholique de Louvain.

Batty, M. (1976). Urban Modelling. Algorithms, Calibrations, Predictions. Cambridge: Cambridge University Press.

Batty, M. (2008). Cities as Complex Systems: Scaling, Interactions, Networks, Dynamics and Urban Morphologies. University College London (UCL). London: Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA).

Batty, M. (2008). Cities as Complex Systems: Scaling, Interactions, Networks, Dynamics and Urban Morphologies. UCL Working Papers Series(131).

Batty, M., & Longley, P. A. (1994). Fractal Cities: A Geometry of Form and Function. London: Academic Press.

Batty, M., & Xie, Y. (1996). Preliminary evidence for a theory of the fractal city. Environment and Planning A(28), pp. 1745–1762.

Chander, G., Markham, B., & Helder, D. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. Remote Sensing of Environment(113), pp. 893–903.

Cheng, J. (2003). Modelling Spatial & Temporal Urban Growth. Utrecht University. Utrecht: Faculty of Geographical Sciences.

Civco, D. L., & Hurd, J. (1997). Impervious surface mapping for the State of Connecticut. Seattle, WA: ASPRS/ACSM Annual Convention, 3.

Civco, D. L., Hurd, J., Arnold, C., & Prisloe, S. (2000). Characterization of suburban sprawl and forest fragmentation through remote sensing application. Washington, DC: Proceedings of the ASPRS Annual Convention.

Congalton, R., & Green, K. (1999). Assessing the Accuracy of Remote Sensing Data: Principles and Practices. Washington, D.C.: CRC Press, Inc.

European Environment Agency. (2007). CLC2006 technical guidelines. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

European Environment Agency. (2010). The European Environment. Thematic Assessment: Land Use. European Union. Copenhagen: Publications Office of the European Union.

European Environment Agency. (2011). Analysing and managing urban growth. European Union, Copenhagen.
Gonzalez, R., & Woods, R. (2002). Digital Image Processing. New Jersey: Prentice Hall.

Indovina, F. (1990). La Città Diffusa. Venezia, Italia: IUAV, Dipartimento di Analisi Economica e Sociale del Territorio (DAEST).

Japan Association of Remote Sensing. (1999). Retrieved from Remote Sensing Notes: <http://stlab.iis.u-tokyo.ac.jp/~wataru/lecture/rsgis/index.htm>

Kasanko, M., Sagris, V., & Lavalle, C. (2007). Analysing the Compactness of Urban Areas by Using Indicators Derived from Data Acquired by Remote Sensing. Urban Remote Sensing Joint Event. Paris, France.

Land Cover Institute (LCI), USGS. (2012). The North American Land Change Monitoring System (NALCMS). Retrieved Mayo 2013, from <http://landcover.usgs.gov/nalcms.php>

McGarigal, K., & Marks, B. (1994). FRAGSTATS. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Amherst: University of Massachusetts.

Potere, D., Schneider, A., Angel, S., & Civco, D. (2009). Mapping urban areas on a global scale: which of the eight maps now available is more accurate? International Journal of Remote Sensing(30(24)), pp. 6531–6558.

Richards, J. A., & Jia, X. (2006). Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction (4th Edition ed.). Berlin, Germany: Springer.
Schowengerdt, R. (2007). Remote Sensing. Models and Methods for Image Processing. Burlington, MA: Elsevier Inc.

Travaglia, C. (1989). Principles of Satellite Imagery Interpretation. Report of the Twelfth International Training Course on the Contribution of Remote Sensing to Marine Fisheries. RSC Series 49, FAO, Rome.

USGS. (2012). The National Land Cover Database. U.S. Department of the Interior. U.S. Geological Survey.

Vogelmann, J. E., Howard, S., Yang, L., Larson, C. R., Wylie, B. K., & Van Driel, J. N. (2001). Completion of the 1990's National Land Cover Data Set for the conterminous United States from Landsat Thematic Mapper Data and Ancillary Data Sources. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing(67), pp. 650–662.

Wickham, J., Stehman, S., Fry, J., Smith, J., & Homer, C. (2010). Thematic accuracy of the NLCD 2001 land cover for the conterminous United States. Remote Sensing of Environment(114 (6)), pp. 1286–1296.

Wickham, J., Stehman, S., Gass, L., Dewitz, J., Fry, J., & Wade, T. (2013). Accuracy assessment of NLCD 2006 land cover and impervious surface. Remote Sensing of Environment(130), pp. 294-304.

Wickham, J., Stehman, S., Smith, J., & Yang, L. (2004). Thematic accuracy of MRLC-NLCD land cover for the western United States. Remote Sensing of Environment, 91(3-4), pp. 452–468.

Yang, L., Huang, C., Homer, C., Wylie, B., & Coan, M. (2002). An approach for mapping large-area impervious surfaces: Synergistic use of Landsat 7 ETM+ and high spatial resolution imagery. Canadian Journal of Remote Sensing(29(2)), pp. 230-240.

ANEXO

VISUALIZADOR

Desde **Leapfrog** tenemos el objetivo de acercar los SIG a la gente, a las empresas y las instituciones de todo el mundo. Es por tanto nuestra voluntad de ofrecer la valiosa información que hemos trabajado en formatos que puedan ser leídos por cualquier software SIG comercial pero también en cualquier Software SIG libre. Si bien el número de SIG libres y gratuitos que existen en el mundo geoespacial son numerosos, nosotros recomendamos trabajar con Quantum GIS (QGIS), por su sencillez, potencia y capacidad de actualización con tecnologías de última generación.

QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU - General Public License . QGIS es un proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Corre sobre Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android y soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos.

Leapfrog ofrece a todos sus usuarios un manual para abrir, personalizar y analizar todos los datos espaciales que se entregan, así como la posibilidad de crear mapas y guardarlos en numerosos formato imagen, subirlos en una pagina web local o bien imprimirlos. Este manual va dirigido tanto a personas que nunca han usado un SIG y quieran explorar con facilidad los datos entregados, como profesionales de nivel medio que quieran descubrir el potencial de este SIG libre con análisis más avanzado.

Para acceder al manual visite el siguiente enlace de nuestra página web: www.leapfrog.cat/QGIS

Para saber más sobre QGIS visite el siguiente enlace: www.qgis.org



APLICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA

Leapfrog ofrece lo último en tecnologías de visualización de geoinformación digital y lo hace a través de la realidad aumentada. La realidad aumentada (RA) o augmented reality (AR) en inglés, consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, se añade una parte digital a lo real, de manera que la información sobre el mundo real alrededor del usuario se convierte en interactiva y digital.

Leapfrog ha seleccionado el potente software JUNAIO para ofrecer la experiencia de realidad aumentada a nuestros usuarios. A continuación de detalla los requerimientos, los pasos y las recomendaciones a seguir para disfrutar de la gran experiencia en la visualización y análisis de datos espaciales en realidad aumentada:

Requerimientos:

- Disponer de un dispositivo: iPhone, iPad o Android.
- Conexión WIFI (recomendable) o 3G datos.



PASOS:

1. Descargar la app JUNAIO de forma gratuita. (Apple / Google Store)
2. Escanear el código QR de la página que queramos visualizar en realidad aumentada.
3. Una vez escaneado el QR posicionarse encima de la imagen y el mapa en AR debe de aparecer en unos instantes (dependiendo la conexión a internet)

Finalmente disfrute la experiencia visualizando mapas en realidad aumentada.

- Acérquese y aléjese de la imagen para hacer zoom.
- Muévase alrededor de la imagen para visualizar la realidad aumentada desde cualquier perspectiva.

Recomendaciones para una mejor experiencia AR:

- Usar el soporte en papel enviado para escanear y disfrutar del AR. Si obtiene la imagen en formato digital se recomienda reproducir la imagen en un segundo Smartphone o tableta o también imprimir en papel y poner encima una superficie plana la imagen a escanear.
- Procurar mantener en la pantalla el centro de la imagen que se está escaneando y no hacer movimientos bruscos para que la imagen se mantenga lo más estable posible.

Para más información visitar la página web: www.leapfrog.cat/AR





2013

www.leapfrog.cat
contacto: info@leapfrog.cat